

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΟΜΗΜΕΝΟΥ ΧΩΡΟΥ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΜΕΤΡΩΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ
ΕΝΑ ΣΥΝΗΘΙΣΜΕΝΟ ΕΙΔΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ**

**ΔΙΟΝΥΣΙΟΣ ΚΟΡΚΟΛΗΣ (ΑΕΜ 283)
ΒΕΛΙΣΣΑΡΙΟΣ ΟΚΑΝΤΑΡΙΔΗΣ (ΑΕΜ 303)**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:
κ. ΙΩΑΝΝΗΣ ΜΠΑΚΟΥΡΟΣ**

ΚΟΖΑΝΗ ΜΑΡΤΙΟΣ 2010

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία βασίζεται στο άρθρο των κ. Γ. Νικολαΐδη, κ. Π.Α. Πηλαβάκη και κ. Α. Χλέτση με τίτλο Economic Evaluation of Energy Saving Measures in a Common Type of Greek Building (Οικονομική Εκτίμηση Μέτρων Εξοικονόμησης Ενέργειας Σε Ένα Συνηθισμένο Είδος Ελληνικού Κτιρίου) και πραγματεύεται την οικονομική ανάλυση και εκτίμηση διαφόρων μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας στον κτιριακό τομέα, επικεντρώνοντας σε ένα παράδειγμα, την περίπτωση ενός συγκεκριμένου κτιρίου κατοικίας με τρία διαμερίσματα. Τα μέτρα που μελετούνται και ελέγχονται κατά πόσο παρουσιάζουν ενεργειακά και οικονομικά οφέλη είναι τα ακόλουθα : βελτίωση της μόνωσης (σε εξωτερική τοιχοποιεία, οροφή, πιλοτή και ανοίγματα), αναβάθμιση του συστήματος θέρμανσης, χρήση ηλιοθερμικών συστημάτων, αναβάθμιση του φωτισμού και των ηλεκτρικών συσκευών καθώς και αναβάθμιση του κλιματισμού. Οι οικονομικές μέθοδοι εκτίμησης που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας είναι η Καθαρή Παρούσα Αξία, το Εσωτερικό Ποσοστό Απόδοσης, ο Λόγος Εξοικονόμησης προς Ενέργεια και η Τιμαριθμοποιημένη Περίοδος Επανεξίσπραξης. Μελετήθηκε η οικονομική εκτίμηση με σταθερές παραμέτρους και στη συνέχεια με μεταβλητές και συγκεκριμένα με μία ορισμένη τιμή πληθωρισμού. Παρατηρείται πως από τις πιο αποτελεσματικές μεθόδους εξοικονόμησης ενέργειας είναι η αντικατάσταση λαμπτήρων πυρακτώσεως με οικονομικούς, όσον αφορά την μόνωση μόνο αυτή της οροφής παρουσιάζει κάποια θετικά αποτελέσματα.

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον κ. Μπακούρο για την βοήθεια και επίβλεπή του
στην διπλωματική μας εργασία

καθώς επίσης και τους κυρίους Τηλαβάκη, Νικολαΐδη και Χλέτση για το άρθρο που
μας πρόσφεραν και αποτέλεσε βάση και πηγή έμπνευσης για τις μελέτες μας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή.....	9
1.1 Κτίριο και ενέργεια	9
1.2 Ενεργειακό Πρόβλημα	13
1.3 Στροφή Στις Α.Π.Ε.	15
1.4 Βιοκλιματικός Σχεδιασμός.....	17
1.5 Το Σύνδρομο Του Άρρωστου Κτιρίου.	21
1.6 Άνεση.	25
1.6.1 Θερμική Άνεση.	25
1.6.2 Οπτική Άνεση.	26
1.6.3 Ακουστική Άνεση.	27
1.6.4 Ποιότητα Αέρα.	27
1.7 Ενεργειακή Πιστοποίηση Κτιρίων και Ενεργειακοί Έλεγχοι.....	28
1.8 Εμπόδια Εφαρμογής Του Ενεργειακού Σχεδιασμού Στην Ελλάδα.....	31
Κεφάλαιο 2. Εξεταζόμενα Μέτρα Εξοικονόμησης Ενέργειας.....	32
2.1 Το Κτίριο Υπό Μελέτη.....	32
2.2 Εξοικονόμηση Ενέργειας Με Τη Χρήση Μόνωσης.....	38
2.2.1 Ανάπτυξη της έννοιας και πρακτικής της θερμομόνωσης στην ιστορία.	38
2.2.2 Πως δημιουργούνται οι απώλειες θερμότητας μιας κατοικίας.	40
2.2.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα διαφόρων τεχνικών θερμομόνωσης.	41
2.2.4 Ιδιότητες των μονωτικών υλικών.	43
2.2.5 Θερμομονωτικά υλικά που υπάρχουν στην ελληνική αγορά.	46
2.2.6 Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη.	49
2.2.7 Ανοίγματα.	50
2.2.8 Θερμική συμπεριφορά υαλοπινάκων.	54
2.2.9 Εφαρμογή	56
2.3 Εξοικονόμηση Ενέργειας Μέσω Της Αναβάθμισης Των Συστημάτων Θέρμανσης.....	70
2.3.1 Κεντρική θέρμανση με πετρέλαιο	71
2.3.2 Αντλία θερμότητας.	72

2.3.3	Βαθμός απόδοσης αντλίας θερμότητας.....	76
2.3.4	Πλεονεκτήματα αντλιών θερμότητας.....	77
2.3.5	Γεωθερμία.....	79
2.3.6	Γεωθερμικές αντλίες θερμότητας.....	79
2.3.7	Συστήματα κλειστού κυκλώματος.....	82
2.3.8	Συστήματα ανοιχτού κυκλώματος.....	84
2.3.9	Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα αντλιών θερμότητας με γεωθερμία.....	85
2.3.10	Προϋποθέσεις εγκατάστασης.....	85
2.3.11	Εφαρμογή.....	87
2.4	Εξοικονόμηση Ενέργειας με Χρήση Ηλιοθερμικών Συστημάτων	90
2.4.1	Εφαρμογή.....	97
2.5	Εξοικονόμηση Ενέργειας Από Φωτισμό & Ηλεκτρικές Συσκευές	98
2.5.1	Κατανάλωση και φωτιστική απόδοση.....	99
2.5.2	Πλεονεκτήματα λαμπτήρων χαμηλής κατανάλωσης.....	101
2.5.3	Τρόπος λειτουργίας λαμπτήρων εξοικονόμησης ενέργειας.....	103
2.5.4	Ηλεκτρικές συσκευές.....	104
2.5.5	Ενεργειακή σήμανση.....	104
2.5.6	Εφαρμογή.....	106
2.6	Εξοικονόμηση Ενέργειας Από Την Αναβάθμιση Του Συστήματος	
	Κλιματισμού.....	108
2.5.1	Κατάταξη συστημάτων κλιματισμού.....	109
2.5.2	Επιλογή BTU.....	112
2.5.3	Εφαρμογή.....	113
	 Κεφάλαιο 3. Μέθοδοι Εκτίμησης	 114
2.1	Καθαρά Παρούσα Αξία.....	114
2.2	Εσωτερικό Ποσοστό Απόδοσης.....	115
2.2	Λόγος Εξοικονόμησης προς Επένδυση.....	117
2.1	Τιμαριθμοποιημένη Περίοδος Επανείσπραξης.....	117
2.2	Η σημασία του πληθωρισμού.....	118

Κεφάλαιο 4. Αριθμητική Έρευνα Και Αποτελέσματα.....	119
4.1 Οικονομική Εκτίμηση με Σταθερές Παραμέτρους.....	119
4.2 Οικονομική Εκτίμηση Με Μεταβλητές Παραμέτρους	124
Κεφάλαιο 5. Συμπεράσματα	127
Κεφάλαιο 6. Βιβλιογραφία	128

Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή

1.1 Κτίριο και ενέργεια

Οι ανθρώπινες κοινωνίες, στις φάσεις της εξέλιξής τους, χαρακτηρίστηκαν από την συνεχή αναζήτηση της ανάπτυξης με σκοπό την πρόοδο και την βελτίωση των συνθηκών ζωής. Στην συνεχή αυτή ανάπτυξη, ο ρόλος της ενέργειας υπήρξε καθοριστικός καθώς στην χρήση και διαχείριση της, στηρίχθηκαν οι διάφορες αναπτυξιακές επιλογές.

Ωστόσο, η χρήση της ενέργειας, παρουσίασε με το πέρασμα των χρόνων μία ιδιαίτερα αυξητική τάση, με αποτέλεσμα στις μέρες μας να γίνεται λόγος για υπερκατανάλωση ενέργειας και όχι για απλή κατανάλωση. Η αρχή αυτού του φαινομένου εντοπίζεται, χρονικά, μετά την βιομηχανική επανάσταση, την οποία ακολούθησαν οι μεγάλες τεχνολογικές εξελίξεις και η μαζική προσφορά ενέργειας με αποτέλεσμα οι συνθήκες ζωής να αλλάξουν και η κατανάλωση ενέργειας να γίνεται ανεξέλεγκτα. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός, ότι αυτή η ανεξέλεγκτη κατανάλωση ενέργειας, συνεχίστηκε ακόμη και μετά την ενεργειακή κρίση του 1973 και οι διάφορες επιστημονικές μελέτες που έγιναν με σκοπό την μείωση της κατανάλωσης δεν εκτιμήθηκαν ποτέ, λόγω του χαμηλού κόστους ενέργειας ή της ταχύτητας εξέλιξης στις ανεπτυγμένες κοινωνίες.

Στις σύγχρονες κοινωνίες, η κατανάλωση ενέργειας κυμαίνεται σε ιδιαίτερα υψηλά επίπεδα και μάλιστα, με τον κτιριακό τομέα να αποτελεί έναν από τους μεγαλύτερους καταναλωτές της. Συγκεκριμένα, στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ο τομέας των κτιρίων αντιπροσωπεύει, κατά μέση τιμή, το 40% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης. Η ανά χώρα κύμανση ποικίλλει από 20% για την Πορτογαλία ως και 45% για την Ιρλανδία, ενώ στην Ελλάδα κυμαίνεται περίπου στο 40%, με διαρκώς αυξανόμενη τάση, προκαλώντας άνω του 45% των συνολικών εκπομπών CO₂ στην ατμόσφαιρα.

Τα κτίρια, παρέχουν στον άνθρωπο προστασία από τις καιρικές συνθήκες, φιλοξενούν τις διάφορες δραστηριότητές του και παράλληλα αντανακλούν, μέσω της αρχιτεκτονικής τους και της κατασκευής τους, την νοοτροπία, την τέχνη και τα τεχνολογικά επιτεύγματα της κάθε περιόδου του ανθρώπινου πολιτισμού. Στο παρελθόν, όταν η εργασία και η διαβίωση των ανθρώπων ήταν άμεσα συνδεδεμένη με το φυσικό τους περιβάλλον, οι κατοικίες προσαρμόζονταν στα κλιματικά, τοπογραφικά και γενικότερα, περιβαλλοντικά δεδομένα του τόπου.

Έτσι, η αρχιτεκτονική, προκειμένου να ανταποκριθεί στην ανάγκη για κτίρια που θα παρείχαν προστασία από τις καιρικές συνθήκες και που επίσης θα είχαν αντοχή στον χρόνο, αξιοποιούσε τα στοιχεία της φύσης. Σαν αποτέλεσμα, ήταν τα κτίρια να έχουν

χαμηλές ενεργειακές ανάγκες και δημιουργούσαν συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης για μεγάλα διαστήματα του έτους.

Η εντατική οικοδομική δραστηριότητα των περασμένων δεκαετιών, έδωσε νέα μορφή στα κτίρια. Η πολυκατοικία αντικατέστησε την μονοκατοικία με κήπο, καθώς από την οριζόντια ανάπτυξη, περάσαμε στην "κάθετη"-κατακόρυφη ανάπτυξη. Από την αρχιτεκτονική περάσαμε στην μαζική παραγωγή πανομοιότυπων κτιρίων, από τον μηχανικό περάσαμε στον εργολάβο- τον κατασκευαστή. Από μία διαδικασία ορθής σκέψης, αναζήτησης βέλτιστων λύσεων, μέσα από την γνώση και την εμπειρία, περάσαμε στην παραγωγή σε σειρά ανέκφραστων και, συχνά, ακατάλληλων κτιρίων. Το σύστημα παραγωγής κτιστού περιβάλλοντος που κυριάρχησε, χαρακτηρίστηκε από την μαζική παραγωγή, την εμπορευματοποίηση της κατοικίας, το χαμηλό κόστος κατασκευής και τον ταχύ χρόνο παράδοσης. Έτσι, σταδιακά η δόμηση απομακρύνθηκε από τους στόχους της άνεσης, λειτουργικότητας, υγείας και ανταπόκρισης στο περιβάλλον.

Τα κτίρια καταναλώνουν ενέργεια για την επίτευξη θερμικής και οπτικής άνεσης εντός των χώρων, καθώς και για την χρήση ηλεκτρικών συσκευών. Στις μέρες μας, η τελική ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι της τάξης των 350 Mtoe (Εκατομμύρια Τόνοι Ισοδύναμου Πετρελαίου - Million Tons of Oil Equivalent) ανά έτος, χωρίς να υπολογίζεται η συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Το μεγαλύτερο μέρος της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων καλύπτεται από το φυσικό αέριο, 116 Mtoe, το πετρέλαιο 99 Mtoe, τον ηλεκτρισμό 91 Mtoe και τα στερεά καύσιμα με 11 Mtoe.

Οι πραγματικές ενεργειακές ανάγκες των κτιρίων στην Ευρώπη καλύπτονται σε μεγάλο ποσοστό και με την έμμεση χρήση της ηλιακής ακτινοβολίας και των άλλων ατμοσφαιρικών πηγών. Στην περίπτωση αυτή, το σύνολο της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων υπολογίζεται σε 740 Mtoe πρωτογενούς ενέργειας. Η κατανομή των διαφόρων πλέον καυσίμων είναι 43% διάφορα καύσιμα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, 20% από άμεση χρήση πετρελαίου, 18% από άμεση χρήση φυσικού αερίου, 6% από άλλα στερεά καύσιμα και κατά 15% από ηλιακή ενέργεια. Με βάση τα παραπάνω, προκύπτει ότι αντιστοιχεί περίπου ένας τόνος ισοδύναμου πετρελαίου ανά έτος και ανά κάτοικο για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των κτιρίων στην Ευρώπη. Η διαχρονική μεταβολή κατά τα τελευταία χρόνια είναι ελαφρά αυξητική και η ετήσια αύξηση του ρυθμού κατανάλωσης στα κτίρια είναι ίση με 0.7%.

Τα κτίρια κατοικιών αντιπροσωπεύουν το 73% του συνόλου των ελληνικών κτιρίων, σύμφωνα με την Εθνική Στατιστική Υπηρεσία. Η βασική πηγή ενέργειας που χρησιμοποιείται στις ελληνικές κατοικίες, είναι η ηλεκτρική κατά 46%, το πετρέλαιο κατά

23%, το υγραέριο κατά 22% και οι άλλες πηγές κατά 9%. Έχει καταγραφεί ότι η θέρμανση των κτιρίων κατέχει σημαντικό μέρος των συνολικών ενεργειακών καταναλώσεων τους (69%), ακολουθούμενη από την παραγωγή ζεστού νερού (15%), τις ηλεκτρικές συσκευές και το φωτισμό (11%). Το πετρέλαιο αποτελεί τη βασική πηγή ενέργειας για θέρμανση αντιπροσωπεύοντας το 33%, η ηλεκτρική ενέργεια το 29%, ο άνθρακας το 24%, το υγραέριο το 4% και οι δευτερεύουσες πηγές το 10%. Η ετήσια ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων στην Ελλάδα, είναι της τάξης των 4.6 Mtoe, και αντιστοιχούν 0.55 Mtoe ενέργειας ανά κάτοικο το έτος, δηλαδή περίπου το μισό της αντίστοιχης κατανάλωσης στην υπόλοιπη Ευρώπη. Η διαχρονική μεταβολή της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων στην Ελλάδα είναι καθαρά αυξητική και ο ετήσιος ρυθμός αύξησης της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων είναι περίπου 1,8%.

Το γεγονός ότι η θέρμανση των χώρων αποτελεί την σημαντικότερη ειδική ενεργειακή κατανάλωση για όλα τα κτίρια στην χώρα, οφείλεται σε μια σειρά από παραμέτρους που σχετίζονται με το πλήθος των εγκαταστημένων συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού, το είδος της προστασίας των κτιρίων κατά την διάρκεια του χειμώνα και του θέρους, καθώς και στο γεγονός ότι για τον δροσισμό των χώρων χρησιμοποιείται ηλεκτρική ενέργεια και συσκευές με συντελεστή απόδοσης κατά πολύ μεγαλύτερο της μονάδας.

Από τις κυριότερες επιπτώσεις της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων είναι :

- Η αλλοίωση της σύστασης της ατμόσφαιρας από την συνεχή αύξηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και άλλων αέριων ρύπων που προκαλούνται από τις καύσεις, με αποτέλεσμα να οξύνεται το φαινόμενο του θερμοκηπίου και να εμφανίζονται ακραία καιρικά φαινόμενα και καταστροφές,
- Η εξάρτηση από το εισαγόμενο πετρέλαιο (και άλλες ενεργειακές πηγές) και επιβαρύνεται το ηλεκτρικό σύστημα,
- Η δημιουργία του φαινομένου της αστικής νησίδας με ιδιαίτερα υψηλές θερμοκρασίες μέσα στις πόλεις που συμβάλλει σε ακόμα μεγαλύτερη ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων.

Η Ελλάδα, σύμφωνα και με το Πρωτόκολλο του Κιότο (1997), πρέπει να αξιοποιήσει πλήρως τις δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια που θα επιτρέψει την παράλληλη μείωση της εξωτερικής ενεργειακής εξάρτησης και των εκπομπών του CO₂. Συγκεκριμένα, με βάση τη δίκαιη κατανομή βαρών και της αναμενόμενης ανάπτυξης λόγω της κοινοτικής συνοχής, η Ελλάδα δεσμεύτηκε να συγκρατήσει τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου στο +25% σε σχέση με το επίπεδο του 1990.

Στα πλαίσια της προσπάθειας για βιώσιμη ανάπτυξη μπορεί να επιτευχθεί σημαντική μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και, συνεπώς, και των εκπομπών CO₂, μέσω μέτρων και κριτηρίων βιώσιμης ανάπτυξης όπως:

- Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κύριων τομέων κατανάλωσης ενέργειας,
- Εφαρμογή ενεργειακού σχεδιασμού στον δομημένο χώρο,
- Εφαρμογή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για παροχή ζεστού νερού, θέρμανση/ψύξη χώρων και ηλεκτρισμό,
- Ενημέρωση, ευαισθητοποίηση, κινητοποίηση σε τοπικό και εθνικό επίπεδο,
- Τροποποίηση της ενεργειακής πολιτικής.

Εκτιμάται ότι στην Ελλάδα, με την προϋπόθεση εφαρμογής των παραπάνω μέτρων σε καινούργια και υφιστάμενα κτίρια, είναι τεχνικά δυνατή η μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας στα κτίρια σε ποσοστό τουλάχιστον 30% της παρούσας συνολικής κατανάλωσης. Η δυνατότητα μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας, ενισχύεται επιπλέον και με ένα νέο Σχέδιο Δράσης το οποίο θα εφαρμόσει την επόμενη εξαετία η Ευρωπαϊκή Ένωση, για την ενεργειακή απόδοση και την εξοικονόμηση ενέργειας: "Εξοικονόμηση 20% μέχρι το 2020". Το Σχέδιο Δράσης περιλαμβάνει:

- Δέσμη μέτρων προτεραιότητας που καλύπτουν ευρύ φάσμα πρωτοβουλιών βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης υπό συμφέροντες οικονομικούς όρους.
- Δράσεις για βελτίωση της απόδοσης των ενεργοβόρων συσκευών και κτιρίων.
- Αυστηρά πρότυπα ενεργειακής απόδοσης, προώθηση ενεργειακών υπηρεσιών και ειδικοί χρηματοδοτικοί μηχανισμοί για την στήριξη προϊόντων υψηλότερης ενεργειακής απόδοσης.
- Θέσπιση "Συμφώνου των Δημάρχων" στο οποίο θα συμμετέχουν 20 έως 30 από τις πλέον πρωτοπόρες πόλεις στην Ευρώπη και θα προτείνει τη σύναψη διεθνούς συμφωνίας για την ενεργειακή απόδοση.

1.2 Ενεργειακό Πρόβλημα

Είναι αρκετά εύκολο να κατανοηθεί το τι σημαίνει αύξηση της ενέργειας που καταναλώνεται αν αναλογιστούμε το πλήθος των ηλεκτρικών συσκευών που έχουμε σήμερα στο σπίτι μας σε σχέση με τις συσκευές που είχαμε πριν για παράδειγμα 50 χρόνια, ή τον αριθμό των αυτοκινήτων που κυκλοφορούν τώρα στους δρόμους σε σχέση με το παρελθόν. Στο ίδιο συμπέρασμα θα καταλήξουμε αν παρατηρήσουμε τις ενεργοβόρες εγκαταστάσεις ενός σύγχρονου κτιρίου (πχ νοσοκομείου με κεντρική εγκατάσταση κλιματισμού, δίκτυο υπολογιστών, ιατρικό εξοπλισμό) και τις συγκρίνουμε με ένα ανάλογο κτίριο που κατασκευάστηκε πριν μερικές δεκαετίες.

Υπολογίζεται ότι ο πρωτόγονος άνθρωπος χρησιμοποιούσε για τις ανάγκες του ενέργεια ίση με 6,3 MJ την ημέρα που έπαιρνε μέσω της τροφής του. Ο σημερινός άνθρωπος καταναλώνει για τις ανάγκες του περίπου 1000 MJ, δηλαδή 150 φορές περισσότερη.

Το ενεργειακό πρόβλημα με τη μορφή που το ξέρουμε σήμερα είναι σχετικά πρόσφατο. Μόλις το 1769 ο Βρετανός James Watt κατοχύρωσε την πατέντα της πρώτης ατμομηχανής. Στην ουσία τη χρονική αυτή περίοδο τοποθετείται και η απαρχή της βιομηχανικής επανάστασης στην Αγγλία που υποδηλώνει τη συστηματική εγκατάσταση και λειτουργία της εργοστασιακής βιομηχανίας. Η ενέργεια ως φυσικό μέγεθος εισήχθη στη Φυσική το 1807. Η πρώτη πετρελαιοπηγή αναβλύζει στις ΗΠΑ το 1829 ενώ το 1859 γίνεται η πρώτη συστηματική εξόρυξη πετρελαίου στην Πενσυλβάνια των ΗΠΑ με ρυθμό 20 βαρέλια ημερησίως. Από τις χρονολογίες αυτές βλέπουμε πως η ανθρωπότητα επί δύο περίπου αιώνες ζούσε και κατανάλωνε ενέργεια με μια αφελή ανεμελιά, έως ότου περί το 1960-70 συνειδητοποιήσει δύο πράγματα, πρώτον ότι τα ορυκτά καύσιμα, άνθρακας και πετρέλαιο, έχουν πεπερασμένα αποθέματα και δεύτερον ότι η καύση τους προξενεί ανεπανόρθωτες αλλοιώσεις στο κλίμα και κατ' επέκταση στη σύσταση και τη μορφή του πλανήτη.

Έτσι γίναμε γνώστες των δύο προβλημάτων τα οποία συνδέονται με την ενέργεια που καθημερινά αναλώνουμε, του ενεργειακού και του οικολογικού.

Παρά το γεγονός ότι το 1950 τα εκτιμώμενα εκμεταλλεύσιμα αποθέματα είχαν επάρκεια 20 χρόνων, επικρατούσε κάποια νηφαλιότητα σε σχέση με την ενεργειακή τροφοδότηση. Με την εμφάνιση της ενεργειακής κρίσης του 1973 άρχισε και η συνειδητοποίηση του ενεργειακού προβλήματος. Από τότε, έχει αναπτυχθεί μια πλούσια φιλολογία αναφορικά με τα αίτια δημιουργίας, τις επιπτώσεις και τις πιθανές λύσεις του.

Η προσπάθεια του ανθρώπου για τη συνεχή άνοδο του βιοτικού του επιπέδου σε συνδυασμό με τη ραγδαία αύξηση του πληθυσμού της γης και την αλόγιστη σπατάλη και κακή χρήση των ενεργειακών αποθεμάτων του πλανήτη μας, απειλούν να οδηγήσουν σύντομα την ανθρωπότητα σ' ένα μακρύ ενεργειακό χειμώνα.

Στα πλαίσια αυτά η παγκόσμια κοινότητα τα τελευταία είκοσι χρόνια συνειδητοποιώντας τον κίνδυνο του επερχόμενου ενεργειακού χειμώνα, ξεκίνησε ορισμένες φιλότιμες προσπάθειες περιορισμού της κατανάλωσης και ορθολογικότερης χρήσης των ενεργειακών αποθεμάτων.

Το ενεργειακό πρόβλημα, ανεξάρτητα από τη χρονική και την τοπική ιδιαιτερότητα που εμφανίζει, προσδιορίζεται κυρίως από τις εξής συνιστώσες:

- Την ανοδική τάση των τιμών της ενέργειας, η οποία δημιουργεί αύξηση του κόστους στο σύνολο των προϊόντων και των υπηρεσιών. Αξίζει να σημειωθεί ότι από την ενεργειακή κρίση μέχρι σήμερα οι τιμές του αργού πετρελαίου έχουν τετραπλασιασθεί, γεγονός που πιστοποιεί τη μονιμότητα του ενεργειακού προβλήματος ως προς την άνοδο των τιμών.
- Την αβεβαιότητα επάρκειας και σταθερότητας της ενεργειακής τροφοδοσίας. Το φαινόμενο της αβεβαιότητας συντηρείται από τοπικές και περιφερειακές συρράξεις, οι οποίες στις περισσότερες των περιπτώσεων δημιουργούνται από παρέμβαση τρίτων προκειμένου να αυξήσουν την επιρροή τους στο διεθνές κύκλωμα του πετρελαίου.
- Την εξάντληση των ενεργειακών πόρων, έστω και αν αυτή τοποθετείται σε μακρινούς χρονικούς ορίζοντες.
- Τη ρύπανση της ατμόσφαιρας και των υδάτινων αποδεκτών. Συγκεκριμένα η ενέργεια επιδρά δυσμενώς στο περιβάλλον σε κάθε φάση της ενεργειακής ροής, δηλαδή από την εξόρυξη των πρώτων υλών μέχρι την τελική χρήση τους, με συνέπεια να συμβάλλει τα μέγιστα στη δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου (από τις εκπομπές των αερίων καύσης) και ταυτόχρονα να μειώνει τη διαθεσιμότητα του υδάτινου δυναμικού (από την ποιοτική υποβάθμιση των αποδεκτών). Έτσι το ενεργειακό σύστημα είναι κυρίως υπεύθυνο για την κλιματική αλλαγή και για την παγκόσμια κρίση του νερού.

Το κύκλωμα διαχείρισης της ενεργειακής ροής χαρακτηρίζεται από μεγάλες απώλειες, που ανέρχονται στο 85% της πρωτογενούς ενέργειας. Διαπιστώνεται ως εκ τούτου ότι σημαντική συνιστώσα του ενεργειακού συστήματος είναι η μη ορθολογική διαχείρισή του ή, διαφορετικά, η χαμηλή αποδοτικότητά του.

Επίσης πρέπει να αναφερθεί, ότι τα τελευταία χρόνια η μέση ετήσια παγκόσμια αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας κυμαίνεται μεταξύ του 4% και 5 %, το οποίο μεταφράζεται σε διπλασιασμό της κατανάλωσης ενέργειας κάθε δέκα ή δώδεκα χρόνια. Το γεγονός αυτό από μόνο του είναι αρκετά ανησυχητικό, ιδίως εάν συνδυασθεί με την αναμενόμενη εξάντληση των βεβαιωμένων αποθεμάτων συμβατικών καυσίμων.

Τα καύσιμα αυτά αποκαλούμενα και μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας περιλαμβάνουν όλες τις μορφές των γαιανθράκων, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο καθώς και τα σχάσιμα πυρηνικά υλικά., τα οποία με τους σημερινούς ρυθμούς εκμετάλλευσής τους σύντομα θα εξαντληθούν. Για παράδειγμα η κατανάλωση πετρελαίου αυξάνεται εκθετικά από το 1880. Επιπλέον, τα κυριότερα αποθέματα συμβατικών καυσίμων εντοπίζονται σε ορισμένες περιοχές του πλανήτη, με αποτέλεσμα να αναπτύσσονται έντονες πολιτικοστρατιωτικές αντιπαραθέσεις, στην προσπάθεια της εκμετάλλευσής τους.

1.3 Στροφή Στις Α.Π.Ε.

Οι Α.Π.Ε πρέπει να αποτελέσουν βασικό στόχο μιας νέας ενεργειακής πολιτικής και μπορούν να καλύψουν σημαντικό ποσοστό της ενεργειακής ζήτησης των ανεπτυγμένων χωρών. Η ωρίμανση των τεχνολογιών και των τεχνικών λύσεων Α.Π.Ε στα ποικίλα προβλήματα που αντιμετωπίζονται σήμερα έχουν λυθεί σε μεγάλο ποσοστό. Το ουσιαστικό ζήτημα είναι : η υιοθέτηση του στρατηγικού στόχου, η διαμόρφωση αποτελεσματικών πολιτικών και η διάθεση των αναγκαίων πόρων. Σήμερα, το κόστος παραγωγής ηλεκτρισμού ή θερμότητας από Α.Π.Ε, σε σύγκριση με τη χρήση συμβατικών καυσίμων είναι σε αρκετές περιπτώσεις υψηλότερο. Ωστόσο, το μέσο κόστος παραγωγής επηρεάζεται ελάχιστα λόγω της περιθωριακής ακόμη συμμετοχής των Α.Π.Ε. στο ενεργειακό ισοζύγιο ειδικά της Ελλάδας. Το πραγματικό ερώτημα είναι αν μακροπρόθεσμα η προώθηση της χρήσης των Α.Π.Ε. θα επηρεάσει αρνητικά το κόστος παραγωγής της ενέργειας και επομένως το κόστος διαβίωσης των πολιτών και την ανταγωνιστικότητα των εγχώριων προϊόντων

Ωστόσο, οι τάσεις που διαμορφώνονται διεθνώς δεν αφήνουν περιθώρια πραγματικής ανησυχίας. Έτσι, είναι σαφές ότι το κόστος των τεχνολογιών Α.Π.Ε. μειώνεται ραγδαία με την επέκταση της χρήσης τους και συνεπώς με τη μαζική παραγωγή τους. Ορισμένες τεχνολογίες είναι ήδη ανταγωνιστικές και προβλέπεται ότι το ίδιο θα συμβεί και με πολλές από τις υπόλοιπες. Αντίθετα, είναι εξίσου σαφές ότι με την βαθμιαία κατανόηση του εξωτερικού κόστους που συνεπάγεται η παραγωγή ενέργειας, η χρήση των συμβατικών καυσίμων θα επιβαρυνθεί πολύ, είτε άμεσα με φόρους, είτε έμμεσα με περιορισμούς εκπομπών ρύπων που οδηγούν σε επενδύσεις υψηλού κόστους.

Σημαντική επίπτωση όμως από την στροφή στις Α.Π.Ε, εκτός από το περιβαλλοντικό όφελος είναι η ανάπτυξη σε τοπικό επίπεδο. Η μεγάλη διασπορά στο χώρο, τα ανεξάντλητα συνολικώς αποθέματα, οι αμελητέες επιπτώσεις στο περιβάλλον, η ευέλικτη διαχείριση, κ.λ.π. είναι μερικά από τα χαρακτηριστικά που τις καθιστούν σημαντική πηγή εισοδημάτων και απασχόλησης και συστατικό στοιχείο μιας νέας τοπικής αναπτυξιακής πολιτικής, πιο φιλικής στον άνθρωπο και το περιβάλλον.

Είναι γεγονός ότι οι ευνοϊκές συνθήκες που διαμορφώθηκαν τα τελευταία χρόνια στην Ευρώπη, αλλά και παγκόσμια από την ανάπτυξη των Α.Π.Ε, θα επηρεάσουν θετικά την προώθηση των Α.Π.Ε και στη χώρα μας. Αντίθετα οι δυσμενείς επιπτώσεις από την αύξηση της τιμής του πετρελαίου, λόγω πολιτικοκοινωνικών καταστάσεων, συντελούν στον περιορισμό της κατανάλωσης συμβατικών καυσίμων. Οι προοπτικές αυτές αυξάνονται για την Ελλάδα, λόγω ύπαρξης πλούσιου δυναμικού (ειδικά ηλιακού και αιολικού), γεγονός που επιτρέπει τη στήριξη μιας ενεργειακής πολιτικής που θα στηρίζεται σε μεγάλο ποσοστό στις Α.Π.Ε.

Ο στόχος για τη συνεισφορά των Α.Π.Ε στις επόμενες δεκαετίες πρέπει να αντικατοπτρίζει την πολιτική που θα έχει ως βασικό άξονα της ανάπτυξής τους σε μεγάλη κλίμακα. Πρέπει να είναι φιλόδοξος αλλά και ρεαλιστικός. Η συνεισφορά των Α.Π.Ε έχει τη δυνατότητα ακόμη και να τριπλασιαστεί μέχρι το 2015. Είναι σαφές ότι η αξιοποίηση των Α.Π.Ε σε ευρεία κλίμακα, προϋποθέτει την υιοθέτηση ριζικά διαφορετικών πρακτικών ενεργειακού σχεδιασμού και ταυτόχρονα την αντιμετώπιση των παραγόντων εκείνων που παρεμποδίζουν την διάχυση των Α.Π.Ε καθώς και την άρση των πολλαπλών εμποδίων που δυσχεραίνουν την υλοποίηση των αναγκαίων δράσεων για την διεύθυνση τους στην ενεργειακή αγορά.

1.4 Βιοκλιματικός Σχεδιασμός

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων ή βιοκλιματική αρχιτεκτονική αφορά τον σχεδιασμό κτιρίων και χώρων (εσωτερικών και εξωτερικών – υπαίθριων) με βάση το τοπικό κλίμα, συνήθως αναφερόμενο ως μικροκλίμα, με σκοπό την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης, αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια και άλλες ανανεώσιμες πηγές, αλλά και τα φυσικά φαινόμενα του κλίματος.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός εξαρτάται από το τοπικό κλίμα και βασίζεται στις παρακάτω αρχές:

- ✦ Θερμική προστασία των κτιρίων τόσο το χειμώνα, όσο και το καλοκαίρι με τη χρήση κατάλληλων τεχνικών που εφαρμόζονται στο εξωτερικό κέλυφος των κτιρίων, ιδιαίτερα με την κατάλληλη θερμομόνωση και αεροστεγάνωση του κτιρίου και των ανοιγμάτων του.
- ✦ Αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση των κτιρίων τη χειμερινή περίοδο και για φυσικό φωτισμό όλο το χρόνο. Αυτό επιτυγχάνεται με τον προσανατολισμό των χώρων και ιδιαίτερα των ανοιγμάτων (ο νότιος προσανατολισμός είναι ο καταλληλότερος) και την διαρρύθμιση των εσωτερικών χώρων ανάλογα με τις θερμικές τους ανάγκες και με τα παθητικά ηλιακά συστήματα που συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία και αποτελούν «φυσικά» συστήματα θέρμανσης, αλλά και φωτισμού.
- ✦ Προστασία των κτιρίων από τον καλοκαιρινό ήλιο, κυρίως μέσω της σκίασης, αλλά και της κατάλληλης κατασκευής του κελύφους.
- ✦ Απομάκρυνση της θερμότητας που το καλοκαίρι συσσωρεύεται μέσα στο κτίριο με φυσικό τρόπο προς το εξωτερικό περιβάλλον με συστήματα και τεχνικές παθητικού δροσισμού, όπως ο φυσικός αερισμός, κυρίως με τον αερισμό τις νυχτερινές ώρες.
- ✦ Βελτίωση - ρύθμιση των περιβαλλοντικών συνθηκών μέσα στους χώρους έτσι ώστε οι άνθρωποι να νιώθουν άνετα και ευχάριστα
- ✦ Εξασφάλιση επαρκούς ηλιασμού και ελέγχου της ηλιακής ακτινοβολίας για φυσικό φωτισμό των κτιρίων, ο οποίος θα πρέπει να εξασφαλίζει επάρκεια και ομαλή κατανομή του φωτός μέσα στους χώρους.
- ✦ Βελτίωση του κλίματος έξω και γύρω από τα κτίρια, με τον βιοκλιματικό σχεδιασμό των χώρων γύρω και έξω από τα κτίρια και εν γένει, του δομημένου περιβάλλοντος, ακολουθώντας όλες τις παραπάνω αρχές.

Λαμβάνει υπ' όψη τις επιταγές της οικολογίας και της βιωσιμότητας. Με τον όρο «βιοκλιματικός σχεδιασμός» εννοείται ο σχεδιασμός ο οποίος αποσκοπεί στην προστασία του περιβάλλοντος και των φυσικών πόρων. Το ζητούμενο είναι η ανέγερση κτιρίων, π.χ. βιομηχανικών μονάδων, κτιρίων γραφείων, κτιρίων κατοικίας, σχεδιασμένων έτσι ώστε αφενός να καλύπτονται πλήρως οι ενεργειακές τους ανάγκες και αφετέρου στο ετήσιο ισοζύγιο να είναι μηδενική η επιβάρυνση του περιβάλλοντος με εκπομπές βλαβερών για το περιβάλλον αερίων. Επίσης, η ανέγερση κτιρίων των οποίων οι ενεργειακές ανάγκες στον τομέα της θέρμανσης και της ψύξης να καλύπτονται πλήρως μέσω συστημάτων εκμετάλλευσης των γεωθερμικών ενεργειακών πόρων, όπου η αναγκαία για τις αντλίες θερμότητας ηλεκτρική ενέργεια να παράγεται μέσω φωτοβολταϊκών στοιχείων. Τέλος, η ανέγερση κτιρίων στο πλαίσιο του συνήθους κόστους των κατασκευών, αλλά με σεβασμό στους περιορισμένους πόρους του φυσικού περιβάλλοντος

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες της οικολογικής δόμησης, η οποία ασχολείται με τον έλεγχο των περιβαλλοντικών παραμέτρων στο επίπεδο των κτιριακών μονάδων μελετώντας τις ακόλουθες κατευθύνσεις:

- Τη μελέτη του δομημένου περιβάλλοντος και των προβλημάτων που αυτό δημιουργεί (αύξηση θερμοκρασίας, συγκέντρωση αέριων ρύπων, δυσκολία στην κυκλοφορία αέρα)
- Τον σχεδιασμό των κτιρίων
- Την επιλογή των δομικών υλικών, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τις θερμικές και οπτικές τους ιδιότητες, όσο και την τοξικολογική τους δράση.

Βασικά στοιχεία του βιοκλιματικού σχεδιασμού κτιρίων αποτελούν τα παθητικά συστήματα, τα οποία αποτελούν δομικά στοιχεία ενός κτιρίου. Τα παθητικά συστήματα λειτουργούν χωρίς μηχανολογικά εξαρτήματα ή πρόσθετη παροχή ενέργειας και με φυσικό τρόπο θερμαίνουν, αλλά και δροσίζουν τα κτίρια. Χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

- Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης
- Παθητικά συστήματα και τεχνικές φυσικού δροσισμού
- Συστήματα και τεχνικές φυσικού φωτισμού

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός ενός κτιρίου συνεπάγεται τη συνύπαρξη και συνδυασμένη λειτουργία όλων των παραπάνω συστημάτων, ώστε να συνδυάζουν θερμικά και οπτικά οφέλη καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

Εκτός από τα παθητικά συστήματα, μια πολύ σημαντική μέθοδο εξοικονόμησης ενέργειας σε ένα βιοκλιματικό κτίριο αποτελούν και τα ενεργητικά συστήματα, που χρησιμοποιούν μηχανικά μέσα για τη θέρμανση ή το δροσισμό κτιρίων, αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια ή τις φυσικές δεξαμενές ψύξης

Ενεργητικά συστήματα για την εξοικονόμηση ενέργειας νοούνται όλες εκείνες οι τεχνικές και οι τεχνολογίες, απλές ή εξειδικευμένες, που αποσκοπούν στην βελτίωση της απόδοσης των συστημάτων κλιματισμού, αερισμού και φωτισμού, στη μείωση κατανάλωσης συμβατικής ενέργειας και στην προώθηση εναλλακτικών πηγών ενέργειας όπως γεωθερμίας, βιομάζας, ηλιακής ενέργειας για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του κτιρίου όπως θέρμανση και ψύξη χώρων, ζεστό νερό χρήσης.

Μερικές τέτοιες εφαρμογές αναφέρονται σε αυτή την κατηγορία. Για παράδειγμα η χρήση γεωθερμικών αντλιών ή της ηλιακής ενέργειας για τον κλιματισμό ενός κτιρίου, η ενδοδαπέδια θέρμανση και ψύξη, η χρήση ανεμιστήρων οροφής για τον δροσισμό των χώρων κατά την θερινή περίοδο, συστήματα φωτισμού υψηλής αποδοτικότητας (κατάλληλοι λαμπτήρες και ηλεκτρονικές διατάξεις έναυσης), «έξυπνα κτίρια» κ.λπ.

Είναι σημαντικό να σημειώσουμε ότι για να αξιοποιείται στο μέγιστο δυνατό η κάθε τεχνική και τεχνολογία εξοικονόμησης ενέργειας πρέπει να γίνεται προσεκτική επιλογή και μελέτη εφαρμογής. Η εγκατάσταση όλων των παραπάνω συστημάτων αυξάνει ελαφρά το συνολικό κόστος κατασκευής του κτιρίου, το οποίο όμως αποσβένεται από την περιορισμένη χρήση μονάδων συμβατικής θέρμανσης και κλιματιστικών μονάδων.

Μία μέση ελληνική οικογένεια ξοδεύει 800 ευρώ ετησίως σε ηλεκτρικό ρεύμα και καύσιμο θέρμανσης. Ένα μεγάλο μέρος αυτού του ποσού που ξοδεύουμε σε ενέργεια είναι σπατάλη καυσίμων και χρημάτων. Παράλληλα, η ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνουμε παράγεται κατά το μεγαλύτερο μέρος από συμβατικά καύσιμα (πετρέλαιο-άνθρακα-λιγνίτη) τα οποία ρυπαίνουν την ατμόσφαιρα με διοξείδιο του άνθρακα. Λαμβάνοντας υπόψη μερικές απλές συμβουλές μπορούμε να μειώσουμε τους λογαριασμούς ενέργειας από 10-50%, με ταυτόχρονη μείωση των ατμοσφαιρικών ρύπων.

Τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας βελτιώνουν τις συνθήκες άνεσης του κτιρίου μας και αποδίδουν οικονομικά οφέλη. Τα μέτρα που μπορούν να εφαρμοστούν είναι η θερμομόνωση του κτιρίου, ο βιοκλιματικός σχεδιασμός, οι συσκευές που χρησιμοποιούνται και ο φωτισμός.

Τα ιστορικά κτίρια και τα κτίρια της λαϊκής ανώνυμης αρχιτεκτονικής, χαρακτηρίζονται από μια φιλοσοφία “θεοκεντρική” και εμπεριέχουν ένα πλούσιο υλικό, (τόσο όσον αφορά στα υλικά, όσο και στις μεθοδολογίες-τεχνολογίες), από το οποίο μπορούμε να αντλήσουμε μια απίστευτα μεγάλη εμπειρία γι αυτό που σήμερα αποκαλούμε οικολογική δόμηση, βιοκλιματική αρχιτεκτονική και εξοικονόμηση ενέργειας. Τα κτίρια αυτά, μπορούν να χαρακτηριστούν ως κτίρια χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης, τόσο κατά τη φάση κατασκευής τους, όσο και κατά τη φάση λειτουργίας τους, σεβόμενα με τον τρόπο αυτό τη Φύση, από την οποία αντλούν τις πρώτες ύλες τους, αλλά και το χρήστη, ενώ, θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε, ότι η κατασκευή τους μιμείται αυτό που αποκαλούμε «Οικονομία της Φύσης». Η δόμησή τους έχει γίνει με απλές τεχνικές και με τη χρήση απλών, φυσικών, ατοξικών υλικών, για την κατασκευή και ενσωμάτωση των οποίων δεν έχει γίνει υπερεκμετάλλευση των φυσικών αποθεμάτων, καθώς, κατά κανόνα, επιλέχτηκαν επιτόπια υλικά, χωρίς εργοστασιακή επεξεργασία . Τα υλικά αυτά είναι φυτικής ή ζωικής προέλευσης, ή υλικά εδάφους και υπεδάφους, που υπήρχαν εν αφθονία στη φύση, ή υλικά παραγόμενα με απλούς φυσικούς τρόπους, που για την παραγωγή τους έχουν χρησιμοποιηθεί οι δωρεάν παρεχόμενες από τη Φύση ενέργειες, αν και είναι βέβαιο ότι είχε αναπτυχθεί υψηλού επιπέδου τεχνολογία και ήταν γνωστά πολλά από τα υλικά που χρησιμοποιούμε και σήμερα, όπως π.χ. ο αμίαντος . Επιπλέον, η επανάχρηση των υλικών δομής, ή ανακύκλωση, αποτελεί σύνηθες φαινόμενο, που γίνεται για την εξοικονόμηση κόπου, χρόνου και χρήματος που απαιτούνται για την παραγωγή των υλικών, τη μεταφορά τους, κλπ., άρα για την «Εξοικονόμηση Ενέργειας».

1.5 Το σύνδρομο του άρρωστου κτιρίου

Με τον όρο «άρρωστο κτίριο» χαρακτηρίζονται τα κτίρια που δεν προορίζονται για βιομηχανική χρήση αλλά για στέγαση υπηρεσιών ή κατοικιών, τα οποία όμως παρουσιάζουν προβλήματα εσωτερικής ρύπανσης, δηλαδή προβλήματα του περιβάλλοντος των εσωτερικών χώρων κυρίως κακής ποιότητας αέρα. Ο όρος «σύνδρομο του αρρώστου κτιρίου» χρησιμοποιείται για να εκφράσει την κακή κατάσταση της υγείας τουλάχιστον του μισού του αριθμού των ενοίκων, η οποία χαρακτηρίζεται από συγκεκριμένα ενοχλήματα που αποδίδονται αποκλειστικά και μόνο στην εσωτερική ρύπανση του αέρα του κτιρίου.

Συμπτώματα που εμφανίζουν οι εργαζόμενοι ή οι ένοικοι ενός τέτοιου κτιρίου κατά την παραμονή τους σε αυτό είναι η δύσπνοια, ο ξηρός βήχας, ο πονόλαιμος, το βράχνιασμα, το φτέρνισμα, η ναυτία, οι ζαλάδες καθώς και ερεθισμός του δέρματος. Αξιοσημείωτο όμως είναι πως τα συμπτώματα εξαφανίζονται με την έξοδο από το κτίριο.

Η ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος ενός κτιρίου (indoor air quality), θα πρέπει να προσφέρει στους χρήστες του άνεση τόσο από άποψη Θερμική, Οπτική, Ακουστική, Φωτισμού, όσο και από άποψη καθαρότητας εσωτερικού αέρα, προκειμένου να θεωρηθεί ένας χώρος “υγιής”.

Ο κτιριακός τομέας, όπου δαπανάμε το 80% της ζωής μας, καταναλώνει το 36% των ενεργειακών πόρων & ευθύνεται σήμερα για το 40% των συνολικών εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα.



Πιο κάτω, γίνεται πιο αναλυτική αναφορά των διαφόρων τύπων ρυπαντών:

1) ΧΗΜΙΚΟΙ ΡΥΠΟΙ

- Φορμαλδεΐδη

Βρίσκεται σε δάπεδα, σε μοκέτες, σε ψευδοροφές & σε ταπετσαρίες από συνθετικά υλικά, καθώς και σε μονωτικά υλικά από πίσσα - ουρεθάνες - ίνες ύαλου - αλκαλοειδή, κλπ. ή σε έπιπλα από - MDF - μοριοσανίδες με επικίνδυνες κόλλες, καθώς και στα τσιγάρα.

- Διοξείδιο άνθρακα

Παράγεται κατά την καύση των ορυκτών καυσίμων (πετρελαίου κυρίως).

- Μονοξείδιο του άνθρακα

Παράγεται από ατελή καύση τσιγάρων, τζακιού, σόμπας ξύλου, από συσκευές αερίου, οδική κυκλοφορία, βιομηχανία, κεντρικές θερμάνσεις.

- Οξείδια αζώτου

Απελευθερώνονται με τη χρήση συσκευών αερίου.

- Αμίαντος (καρκινογόνο)

Βρίσκεται σε πολλά μονωτικά υλικά, σωλήνες αμιαντοτσιμέντου, που δυστυχώς εξακολουθούν να υπάρχουν στα δίκτυα ύδρευσης, σε στέγες από αμιαντοτσιμέντο, κλπ.

- Τεχνητές ορυκτές ίνες (πετροβάμβακας/ υαλοβάμβακας)

Απελευθερώνουν ίνες καρκινογόνες κύρια κατά τις παρεμβάσεις συντήρησης.

- Πτητικές οργανικές ουσίες

Εξαερώνονται με τη θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων από διάφορα προϊόντα, όπως χρώματα, πλαστικά, κόλλες, κ.λ.π., όπου υπάρχουν ως διαλύτες. Επίσης, υπάρχουν σε βενζόλη, ναφθαλίνη, τολουόλη και σε υλικά καθαρισμού των κτιρίων.

- Αιωρούμενα στερεά σωματίδια

Απαντώνται σε μη αεριζόμενους κλειστούς εσωτερικούς χώρους και αποτελούν το τελικό προϊόν της εκφυλιστικής διαδικασίας των υλικών.

2) ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΡΥΠΟΙ

Δημιουργούνται κυρίως από τη χρήση των κλιματιστικών μηχανημάτων. Γνωστότερη η «ασθένεια των λεγεωνάριων». Για την αποφυγή δυσάρεστων επιπτώσεων, απαιτείται ενδεδειγμένη συντήρηση-καθαρισμός των κλιματιστικών μονάδων, καθώς και συνεχής αερισμός του χώρου. Σημειωτέον ότι τα κλιματιστικά καταστρέφουν τα αρνητικά ιόντα.

3) ΣΚΟΝΗ (ακέραια-μύκητες-μικροοργανισμοί/ καπνός τσιγάρου)

• Σκόνη-ακέραια-μύκητες-μικροοργανισμοί

Κατά τα τελευταία έτη, η ύπαρξη σκόνης θεωρείται επικίνδυνη, γι' αυτό θα πρέπει να γίνεται καθημερινός σωστός καθαρισμός των χώρων όπου κατοικούμε και εργαζόμαστε. Με τον καθαρισμό, απομακρύνουμε ταυτόχρονα ακέραια-μύκητες-μικροοργανισμούς. Απαραίτητη θεωρείται επίσης η χρήση φίλτρων στα μηχανήματα κλιματισμού-εξαερισμού λόγω της μόλυνσης του εξωτερικού αέρα των πόλεων.

• Καπνός τσιγάρου

Στον καπνό του τσιγάρου υπάρχουν 4.300 χημικές ουσίες. Ο καπνός αποτελεί μείγμα αερίων, αιωρούμενων στερεών σωματιδίων & οργανικών ουσιών. Σημειωτέον ότι στους κλειστούς χώρους πολλαπλασιάζει δραματικά τις συγκεντρώσεις των αιωρούμενων στερεών σωματιδίων και των άλλων αέριων ρύπων (νικοτίνης, αρωματικών υδρογονανθράκων, μονοξειδίου άνθρακα).

4) ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΕΣ

α) Από Τεχνητές Πηγές: Προέρχονται από τα διάφορα ηλεκτρομαγνητικά πεδία που δημιουργούνται από ηλεκτρικές ή ηλεκτρονικές συσκευές, ηλεκτρικά δίκτυα & εγκαταστάσεις, φωτιστικά σώματα, κινητή τηλεφωνία, ιατρικές συσκευές, συσκευές που παράγουν ραδιενέργεια.

β) Από Φυσικές Πηγές: Πρόκειται για την ακτινοβολία που προέρχεται από την κοσμική ενέργεια, τα γήινα ηλεκτρομαγνητικά πεδία και την ακτινοβολία που απελευθερώνεται από διάφορα φυσικά ραδιενεργά υλικά, όπως ο γρανίτης, που περιέχει το στοιχείο ράδιο 226, το οποίο μεταπίπτει σε ραδόνιο, που εισβάλλει υπό αέρια μορφή στο εσωτερικό των υπόγειων & ισόγειων κυρίως χώρων από το υπέδαφος και ρυπαίνει επικίνδυνα τον αέρα που αναπνέουμε (καρκινογόνο). Για το λόγο αυτό απαιτείται καλός αερισμός.

Ο ορισμός της καλής ποιότητας του αέρα ενός εσωτερικού χώρου περιλαμβάνει τα εξής :

- Επαρκή αερισμό,
- Απουσία εσωτερικών ρευμάτων αέρα,
- Έλεγχο αερομεταφερόμενων ρύπων,
- Αποδεκτή θερμοκρασία και υγρασία,
- Διατήρηση υγιεινού, άνετου και παραγωγικού περιβάλλοντος.

Βασική παράμετρο της καλής ποιότητας του αέρα ενός εσωτερικού χώρου αποτελεί ο αερισμός. Ο αερισμός είτε στην περίπτωση της αθέλητης διείσδυσης αέρα είτε στην περίπτωση του προκαθορισμένου αερισμού, επηρεάζει τόσο την ποιότητα του αέρα σε εσωτερικούς χώρους, άρα και την άνεση και την παραγωγικότητα σε αυτούς τους χώρους, όσο και την επίτευξη του στόχου της εξοικονόμησης ενέργειας στους χώρους.

Έτσι για μηχανικά αεριζόμενα κτίρια θα πρέπει ο συντελεστής αποδοτικότητας αλλαγών του αέρα E_{ac} (Effectiveness air change) $\geq 0,9$ όπως καθορίζεται από την ASHRAE 129-1997. Για φυσικά αεριζόμενους χώρους, πρέπει να εφαρμοστεί ένα σχέδιο διανομής αέρα, το οποίο να εξασφαλίζει τη διέλευση του ρεύματος του αέρα από το 90% των χώρων και το 95% του χρόνου λειτουργίας κατ' ελάχιστον. Με τον αερισμό θα πρέπει να εξασφαλίζεται συγκεκριμένη περιεκτικότητα σε CO₂. Όταν η συγκέντρωση του CO₂ ξεπερνάει τα 800 ppm, αυτό φανερώνει ανεπαρκή αερισμό του χώρου. Όταν η συγκέντρωση του κυμαίνεται μεταξύ των 600-800 ppm, ο χώρο χαρακτηρίζεται από επαρκή αερισμό. Τέλος, συνιστώμενη τιμή για σχολεία αποτελεί η συγκέντρωση CO₂ που είναι μικρότερη από 600 ppm.

1.6 Άνεση

Πρωταρχικός στόχος του ενεργειακού σχεδιασμού κτιρίου είναι η επίτευξη μιας άνεσης εντός των χώρων του. Με τον όρο άνεση ορίζουμε την αίσθηση της απόλυτης φυσικής και πνευματικής ευημερίας των ατόμων που βρίσκονται σε ένα χώρο.

Η άνεση αποτελεί μία υποκειμενική αίσθηση, βασισμένη σε ένα σύνολο παραγόντων, μεταξύ των οποίων είναι η θερμοκρασία, τα ρεύματα αέρα, η υγρασία και η ποιότητα του αέρα, ο φωτισμός, ο θόρυβος καθώς και τα στοιχεία που αφορούν κυρίως τα άτομα, όπως είναι το ντύσιμο σε συνδυασμό με τις δραστηριότητες του, την κατάσταση υγείας του ή την ιδιοσυγκρασία του.

Το ζήτημα της άνεσης μπορεί να διαχωριστεί σε τέσσερις βασικές κατηγορίες:

1. Την θερμική άνεση,
2. Την οπτική άνεση,
3. Την ακουστική άνεση
4. Την ποιότητα του αέρα.

Από τις παραπάνω κατηγορίες, η θερμική άνεση είναι η σημαντικότερη γιατί σχετίζεται με την κατανάλωση ενέργειας, καθώς και για την επίτευξή της, υπάρχει άμεση εξάρτηση από την ποιότητα των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και αερισμού.

1.6.1 Θερμική Άνεση

Με τον όρο θερμική άνεση ορίζουμε την κατάσταση ενός περιβάλλοντος χώρου, κατά την οποία η πλειοψηφία των χρηστών του δεν αισθάνονται ούτε ενοχλητική ζέστη ούτε ενοχλητικό κρύο, ή, πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιούν τον χώρο χωρίς να τους απασχολούν ιδιαίτερα οι περιβαλλοντικές συνθήκες.

Είναι ουσιαστικά ένα υποκειμενικό συναίσθημα, που καθορίζεται άμεσα από περιβαλλοντικούς και προσωπικούς παράγοντες και επηρεάζεται έμμεσα από πολλές παραμέτρους.

Οι παράμετροι που σχετίζονται με το περιβάλλον, αποτελούν παραμέτρους του εσωκλίματος και σε πολύ μεγάλο βαθμό προδιαγράφονται κατά τον σχεδιασμό των κτιρίων. Οι παράμετροι αυτοί περιλαμβάνουν την θερμοκρασία του αέρα, την μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας (δηλαδή την θερμοκρασία των επιφανειών που περιβάλλουν την επιφάνεια), την σχετική ταχύτητα του αέρα και την σχετική υγρασία.

Οι παράμετροι που σχετίζονται με τα άτομα, περιλαμβάνουν τις καύσεις των ατόμων από κάθε δραστηριότητά τους, την απόδοση από κάθε δραστηριότητα και το επίπεδο ένδυσης των ατόμων. Ο μεταβολισμός του ανθρώπινου σώματος παράγει θερμότητα που πρέπει να αποβάλλεται για την τήρηση σταθερής εσωτερικής θερμοκρασίας. Δηλαδή, για την τήρηση της σταθερής εσωτερικής θερμοκρασίας και άρα της ενεργειακής ισορροπίας του σώματος, πρέπει η παραγόμενη θερμότητα να ισούται με τις θερμικές απώλειες του σώματος.

Η εκτίμηση του επιπέδου θερμικής άνεσης ενός χώρου, είναι λοιπόν ένα αρκετά πολύπλοκο ζήτημα. Οι επικρατέστερες μέθοδοι εκτίμησης της θερμικής άνεσης είναι με την χρήση δεικτών και νομογραφημάτων. Η πλέον αποδεκτή μέθοδος, που έχει περιληφθεί και στο Διεθνές Πρότυπο ISO 7730, είναι με την χρήση των δεικτών PMV και PPD. Οι δείκτες αυτοί αποτελούν στατιστικά μεγέθη και έχουν προκύψει από έρευνες σε μεγάλα πλήθη ατόμων. Ο δείκτης PMV (Predicted Mean Vote), εκφράζει την μέση τιμή της εκτίμησης της θερμικής άνεσης από τα άτομα που βρίσκονται σε έναν συγκεκριμένο χώρο. Ο δείκτης PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied), εκφράζει την εκατοστιαία αναλογία των ατόμων που προβλέπεται ότι δεν θα είναι ικανοποιημένα από τις συνθήκες που επικρατούν σ' ένα χώρο.

1.6.2 Οπτική Άνεση

Οπτική άνεση υπάρχει όταν ο χρήστης δεν ενοχλείται από το επίπεδο, την κατανομή, την ένταση και τις ανακλάσεις του φωτός στο χώρο του. Σημαντικές παράμετροι στην επίτευξη οπτικής άνεσης είναι η ποιότητα του φωτισμού, στην περίπτωση που απαιτείται τεχνητό φως, και τα παράθυρα στην περίπτωση του φυσικού φωτισμού.

Στην περίπτωση του τεχνητού φωτισμού, ιδανικός είναι ο φωτισμός ο οποίος παρουσιάζει ικανοποιητική ένταση, καλή κατανομή στον χώρο και δεν προκαλεί θάμβωση. Τα πιο πολλά άτομα δεν απαιτούν κατά την εργασία, στάθμη φωτισμού μεγαλύτερη από 300 Lux. Ένταση φωτισμού που να ξεπερνά τα 1200 Lux, μπορεί να αυξήσει την θερμοκρασία του χώρου με δυσμενή αποτελέσματα στην απόδοση εργασίας.

Στην περίπτωση του φυσικού φωτισμού, η οπτική άνεση σχετίζεται με παραμέτρους όπως το πλήθος, το μέγεθος και τον προσανατολισμό των ανοιγμάτων.

1.6.3 Ακουστική Άνεση

Η ακουστική άνεση σχετίζεται με την στάθμη θορύβου σε έναν χώρο. Υψηλή στάθμη θορύβου επηρεάζει την ακοή καθώς και την ικανότητα σκέψης και επικοινωνίας των ατόμων. Σε κανένα σύστημα αερισμού δεν εμφανίζεται στάθμη θορύβου που να ξεπερνά τα 85 dBA, στάθμη στην οποία η ακοή μπορεί να χειροτερέψει, ενώ είναι γνωστό ότι και χαμηλότερη στάθμη θορύβου μπορεί να επηρεάσει τα άτομα.

1.6.4 Ποιότητα Αέρα

Η ποιότητα, του εσωκλίματος, δηλαδή η ποιότητα του αέρα ή και το εσωτερικό περιβάλλον που προσδιορίζεται από την θερμική, οπτική και ακουστική άνεση επηρεάζει την ανθρώπινη υγεία, την ευεξία και την απόδοση.

Τα προβλήματα της υποβάθμισης του εσωτερικού περιβάλλοντος εμφανίζονται σε όλες τις κατηγορίες των κτιρίων. Πλήθος από χημικές ουσίες, με τεκμηριωμένες τοξικές και καρκινογόνες επιπτώσεις στον άνθρωπο, περιέχονται στον αέρα που εισπνέουμε στα σπίτια, στα σχολεία, στα γραφεία και πάσης φύσεως κέντρων αναψυχής, χώρων με άλλα λόγια στους οποίους ο μέσος άνθρωπος περνάει μέχρι και το 80% της ζωής του.

Οι περισσότεροι ρύποι στους εσωτερικούς χώρους, μεταφέρονται σε αυτούς από το περιβάλλον, παράγονται από τις δραστηριότητες των ατόμων στους χώρους αυτούς, εκλύονται από τα δομικά υλικά, τα έπιπλα, τα υφάσματα. Οι κυριότεροι ρύποι που μεταφέρονται στο εσωτερικό των κτιρίων από το εξωτερικό περιβάλλον είναι το διοξείδιο του άνθρακα, τα οξειδία του θείου, ο μόλυβδος, το πυρίτιο και οργανικές ενώσεις. Οι κυριότεροι ρύποι που παράγονται στους εσωτερικούς χώρους είναι το ραδόνιο, η φορμαλδεΐδη, ο αμιάντος, πολυκυκλικοί υδρογονάνθρακες, η νικοτίνη, ο υδράργυρος, αλλεργιογόνα και μικροοργανισμοί.

1.7 Ενεργειακή Πιστοποίηση Κτιρίων και Ενεργειακοί Έλεγχοι

Ενεργειακή πιστοποίηση κτιρίου είναι η διαδικασία ελέγχου και διάγνωσης της ενεργειακής συμπεριφοράς κάθε κτιρίου και της πραγματοποιούμενης κατανάλωσης ενέργειας για την κάλυψη όλων των αναγκών, στοιχεία που προκύπτουν μετά από τη διενέργεια ενεργειακών επιθεωρήσεων ή ελέγχων. Ο ενεργειακός έλεγχος ή ενεργειακή αυτοψία είναι η διαδικασία εκτίμησης και καταγραφής των πραγματικών καταναλώσεων ενέργειας, των παραγόντων που τις επηρεάζουν καθώς και των δυνατοτήτων για εξοικονόμηση ενέργειας σε ένα κτίριο ή κτιριακό συγκρότημα με την υπόδειξη προτάσεων για την βελτίωση της ενεργειακής επίδοσης των κτιρίων.

Η πιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και η ενεργειακή κατηγοριοποίησή τους πραγματοποιείται από ειδικευμένους ενεργειακούς επιθεωρητές. Ενεργειακοί επιθεωρητές ή ελεγκτές είναι εξειδικευμένοι επιστήμονες όπως καθορίζονται από τον κανονισμό ενεργειακών επιθεωρήσεων και σχετικές υπουργικές αποφάσεις που εκδίδονται από το Υπουργείο Ανάπτυξης, οι οποίοι διενεργούν ενεργειακές επιθεωρήσεις για την πιστοποίηση του βαθμού ενεργειακής απόδοσης.

Η διενέργεια ενεργειακής επιθεώρησης σε κτίρια έγινε υποχρεωτική με την εφαρμογή της κοινοτικής οδηγίας 2002/91/ΕΚ για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, η οποία ενσωματώθηκε στο εθνικό δίκαιο με το Νόμο 3661 « Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις » το 2008.

Το γενικό θεσμικό πλαίσιο που αφορά στην ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και συγκεκριμένα τις ενεργειακές επιθεωρήσεις στην Ε.Ε. αλλά και στην χώρα μας περιλαμβάνει επίσης :

- Την Οδηγία 93/76/ΕΟΚ για τον περιορισμό των εκπομπών CO₂ με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.
- Την Κοινή Υπουργική Απόφαση Δ6/Β/ΟΙΚ.11038 (ΦΕΚ 1526/Β/27-7-99) σχετικά με τις διαδικασίες, απαιτήσεις και κατευθύνσεις για τη διεξαγωγή ενεργειακών επιθεωρήσεων.
- Την Κοινή Υπουργική Απόφαση 21475/4707/98 (ΦΕΚ 880/Β/19-9-98) σχετικά με τον «Περιορισμό των εκπομπών CO₂ με τον καθορισμό μέτρων και όρων για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων».

Η Ενεργειακή Επιθεώρηση ενός κτιρίου περιλαμβάνει ελέγχους και καταγραφή:

- της καταναλισκόμενης ενέργειας εκφρασμένης σε εκπομπές CO₂,
- των περιβαλλοντικών συνθηκών μέσα και έξω από το κτίριο και
- της κατανάλωσης νερού.

Η καταναλισκόμενη ενέργεια, εκφρασμένη σε εκπομπές CO₂, περιλαμβάνει τους ελέγχους:

- Στις ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου για θέρμανση, ψύξη, αερισμό και παραγωγή ζεστού νερού οικιακής χρήσης.
- Στην παραγόμενη ποσότητα CO₂, με βάση τις προκύπτουσες ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου, το καύσιμο που χρησιμοποιείται και τον βαθμό απόδοσης των εγκαταστάσεων, οι οποίες μετατρέπονται σε πρωτογενή ενέργεια και στη συνέχεια σε εκπομπές CO₂.
- Στην εφαρμογή και χρήση των ΑΠΕ.
- Στην καταγραφή των βασικών υλικών, τα οποία έχουν χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή του κτιρίου.

Οι περιβαλλοντικές συνθήκες μέσα και έξω από το κτίριο, περιλαμβάνουν τους εξής ελέγχους:

- Έλεγχο των συνθηκών άνεσης (θερμικής, οπτικής, ακουστικής) στο εσωτερικό του κτιρίου,
- Έλεγχο των εξωτερικών συνθηκών του κτιρίου (παρουσία βλάστησης και υγρών στοιχείων).

Η κατανάλωση νερού γίνεται με την καταγραφή των χρησιμοποιούμενων συσκευών και την καταναλισκόμενη εξ' αυτών ποσότητα νερού.

Με την διενέργεια των ενεργειακών επιθεωρήσεων και των προαναφερθέντων ελέγχων, επιτυγχάνεται η ενεργειακή πιστοποίηση των κτιρίων.

Η Ενεργειακή πιστοποίηση των κτιρίων εμπεριέχει τους παρακάτω στόχους:

- την εξοικονόμηση συμβατικής ενέργειας, πετρελαίου και ηλεκτρικού ρεύματος, για θέρμανση - ψύξη των κτιρίων και παραγωγή ζεστού νερού οικιακής χρήσης,
- τη μείωση των εκπομπών CO₂ για την προστασία του περιβάλλοντος,
- την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών και την εφαρμογή ηλιακών τεχνικών και συστημάτων, έτσι ώστε να καλύπτεται μέρος των ενεργειακών αναγκών του κτιρίου και συνεπώς μείωση της ρύπανσης της ατμόσφαιρας από εκπομπές CO₂,
- την βελτίωση των συνθηκών ζωής στο εσωτερικό των κτιρίων, οι οποίες εξειδικεύονται σε θερμική άνεση, ποιότητα αέρα, διασφαλιζόμενο φυσικό φωτισμό, μείωση θορύβου και επισήμανση επιβλαβών για την υγεία υλικών,
- την βελτίωση των συνθηκών του άμεσου περιβάλλοντος του κτιρίου, οι οποίες αναφέρονται κυρίως στο μικροκλίμα,
- την εξοικονόμηση νερού, ιδιαίτερα για τις κατοικίες.

Έτσι τέθηκαν απαιτήσεις ελάχιστης ενεργειακής απόδοσης σε νέα και υφιστάμενα κτίρια ενώ προωθείται η εφαρμογή τεχνικών και τεχνολογιών όπως :

- Ενεργητικά ηλιακά συστήματα, άλλα συστήματα θέρμανσης και ηλεκτρικά συστήματα με ενσωματωμένες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.
- Ηλεκτρική ενέργεια παραγόμενη με ΣΗΘ
- Συστήματα κεντρικής θέρμανσης και ψύξης σε κτίρια περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου.
- Αντλίες θερμότητας
- Φυσικό φωτισμό

1.8 Εμπόδια Εφαρμογής Του Ενεργειακού Σχεδιασμού Στην Ελλάδα

Τα βασικότερα προβλήματα – εμπόδια για την εφαρμογή ενεργειακού σχεδιασμού κτιρίων στην Ελλάδα είναι τα εξής :

- Καθυστέρηση εφαρμογής του ΚΟΧΕΕ (Κανονισμός Ορθολογικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας)
- Εν ισχύ κανονισμός θερμομόνωσης
- Ελλιπής ενημέρωση των ελεγκτικών φορέων (πολεοδομικών γραφείων κλπ) και αδυναμία ελέγχου των μελετών βιοκλιματικών κτιρίων
- Ανάγκη βελτίωσης της αγοράς δομικών προϊόντων
- Εφαρμογή θεσμικού πλαισίου για τις ενεργειακές υπηρεσίες.

Ωστόσο υπάρχουν κάποια οικονομικά κίνητρα προώθησης της εφαρμογής του ενεργειακού σχεδιασμού στα κτίρια. Για παράδειγμα, το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ανταγωνιστικότητας (Ε.Π.Α.Ν. 3^ο Κ.Π.Σ.) χρηματοδοτεί κυρίως κτίρια του τριτογενή τομέα και οικισμούς ή συγκροτήματα κατοικιών συνολικής επιφάνειας άνω των 1000 m², σε ποσοστό που κυμαίνεται στο 40% και αφορά σε επιλέξιμο κόστος ενεργειακών τεχνολογιών (παθητικά συστήματα ή τεχνολογίες ΑΠΕ και εξοικονόμησης ενέργειας).

Κεφάλαιο 2. Εξεταζόμενα Μέτρα Εξοικονόμησης Ενέργειας

2.1 Το Κτίριο Υπό Μελέτη

Το κτίριο υπό μελέτη βρίσκεται στην πόλη του Πύργου στην Πελοπόννησο, σε οικόπεδο το οποίο διαθέτει αχρησιμοποίητο χώρο γύρω από το κτίριο μεγάλης έκτασης, και είναι μια κατοικήσιμη οικοδομή ενός ορόφου με πιλοτή από την κάτω μεριά του στο εμβαδόν του ορόφου, η οποία χρησιμοποιείται σαν χώρος στάθμευσης. Ο όροφος αποτελείται από τρία διαμερίσματα και έναν διάδρομο που τα ενώνει.

Ο εξοπλισμός θέρμανσης αποτελείται από ένα παλιό σύστημα καυστήρα-λέβητα με καύση φυσικά πετρελαίου ενώ για την θέρμανση νερού χρησιμοποιείται ηλεκτρικό θερμοσίφωνο. Όλες οι λάμπες που χρησιμοποιούνται στον όροφο είναι πυρακτώσεως ενώ οι ηλεκτρικές συσκευές και το σύστημα κλιματισμού είναι αρκετά παλιάς τεχνολογίας. Κάθε άνοιγμα επίσης αποτελείται από μονό υαλοπίνακα.

Το εξεταζόμενο κτίριο αν και δεν είναι μονοκατοικία επιδεικνύει αρκετά κύρια χαρακτηριστικά μιας συνηθισμένης οικοδομής μονοκατοικίας σε επαρχιακό χώρο (όπως για παράδειγμα το χτίσιμο πάνω σε πιλοτή και το εμβαδόν κάθε διαμερίσματος στην τάξη των 100 τετραγωνικών μέτρων), ενώ όπως συμπεραίνεται από τα στοιχεία αποτελεί παλιά κατασκευή, πριν του 1980, και η μελέτη γίνεται για προσπάθεια βελτίωσης της καταναλισκόμενης ενέργειας σε αυτό με διάφορες διατάξεις.

Τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας που έχουν μελετηθεί μπορούν να εφαρμοσθούν αρκετά εύκολα στο σπίτι. Αναφορικά αυτά έχουν ως εξής :

Εξοικονόμηση ενέργειας με τη χρήση μόνωσης: Στην περίπτωση αυτή γίνεται αρχικά μια μελέτη θερμομόνωσης για το κτίριο. Στην συνέχεια γίνεται μελέτη πάνω στην βελτίωση της μόνωσης μέσω της χρήσης εξηλασμένης πολυστερίνης.

Εξοικονόμηση ενέργειας μέσω της αναβάθμισης των συστημάτων θέρμανσης: Το παρόν σύστημα καυστήρα-λέβητα αντικαθίσταται από ένα σύστημα γεωθερμικών αντλιών, το οποίο κρίνεται σαν βέλτιστη επιλογή, πέρα από οικονομικούς και για περιβαλλοντικούς λόγους, λόγω της άνεσης εγκατάστασης ενός τέτοιου συστήματος που επιτρέπει ο μεγάλος περιφερειακός χώρος.

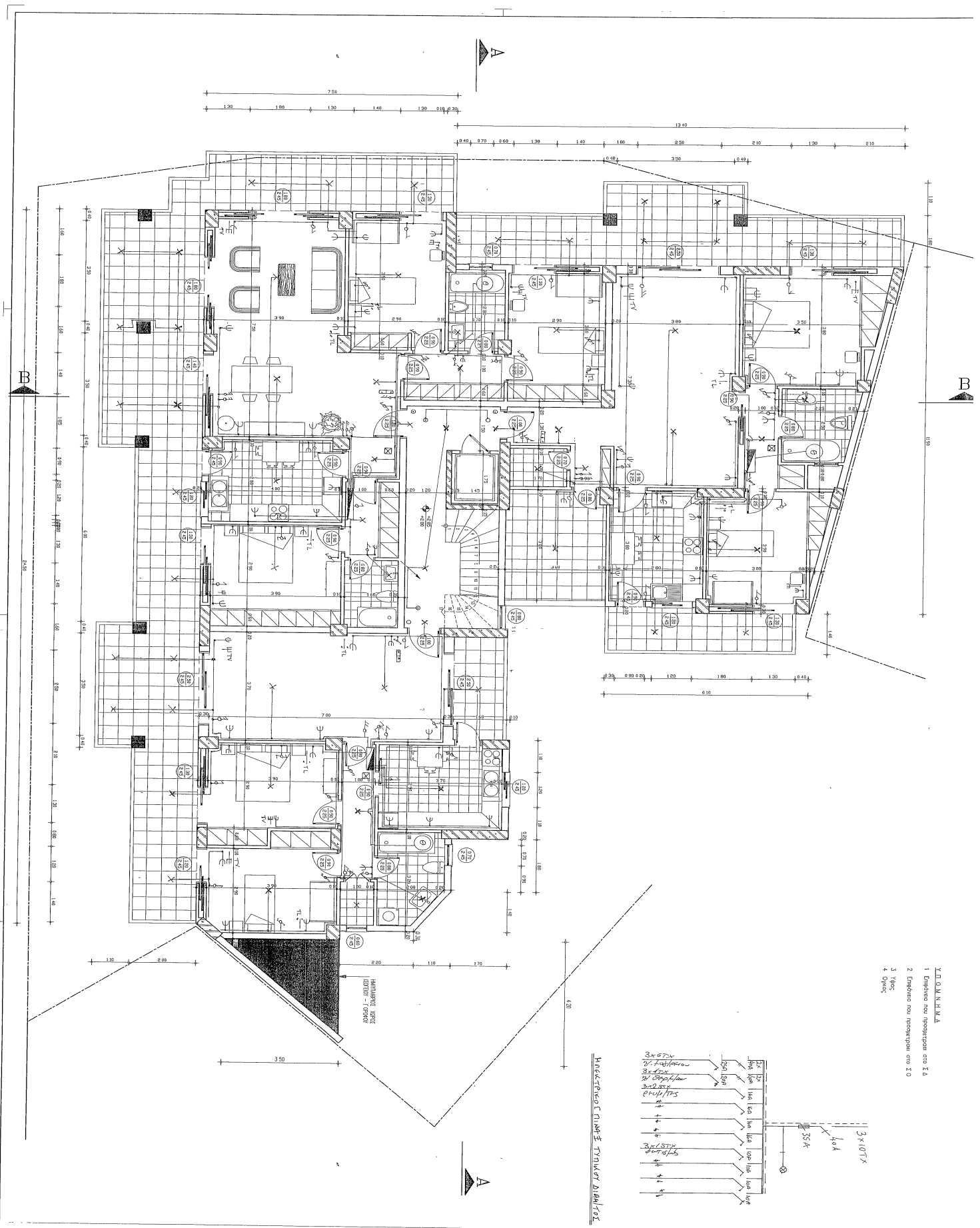
Εξοικονόμηση ενέργειας με τη χρήση ηλιοθερμικών συστημάτων: Μελετάται μία συνηθισμένη και λογική επένδυση πάνω στο κτίριο, αυτή της αντικατάστασης του ηλεκτρικού θερμοσίφωνα με ενός ηλιακού, και τα ενεργειακά οφέλη που προσφέρει η εκμετάλλευση του προνομίου της μεγάλης ηλιοφάνειας της Ελλάδας σαν μεσογειακή χώρα.

Εξοικονόμηση ενέργειας από φωτισμό και ηλεκτρικές συσκευές: Ίσως η πιο απλή και φαινομενικά επικερδής κίνηση, η αλλαγή των λαμπτήρων φωτισμού από πυρακτώσεως σε πιο οικονομικούς μελετάται, καθώς και η αναβάθμιση των συσκευών σε καινούργιες ενεργειακά οικονομικότερες, μέσω του παραδείγματος δύο από αυτών, του ψυγείου και του πλυντηρίου.

Εξοικονόμηση ενέργειας από την αναβάθμιση του συστήματος κλιματισμού: Στην περίπτωση αυτή μελετάται η αλλαγή ενός παλιού συστήματος κλιματισμού με ένα καινούργιο σύγχρονης ενεργειακής κατηγορίας.

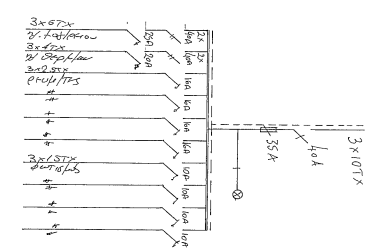
Θα έπρεπε επίσης να αναφερθεί πως, στο παρόν κτίριο, καθώς και σε όλα τα κτίρια, κύριος γνώμονας της ενεργειακής συμπεριφοράς ενός κτιρίου δεν είναι οι διατάξεις θέρμανσης, κλιματισμού, κτλ., αλλά η χρήση αυτού από τους κατοίκους του. Η αλόγιστη αύξηση της εσωτερικής θερμοκρασίας ενός χώρου (ακόμα και όταν αυτός δεν χρησιμοποιείται) ή στον αντίποδα ο απερίσκεπτος αερισμός οδηγούν σε μεγαλύτερες ενεργειακές ανάγκες από ότι είναι αναγκαίες και σε αρκετές περιπτώσεις υποβαθμίζουν την ποιότητα ζωής στο κτίριο. Σε περιόδους ενεργειακής κρίσης, όπως η περίοδος που διανύουμε, πριν οποιαδήποτε μηχανολογική επέμβαση οι συνθήκες άνεσης και υγιεινής θα έπρεπε να καθορισθούν και να τηρούνται πιστά.

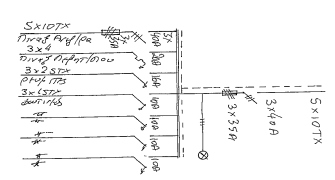
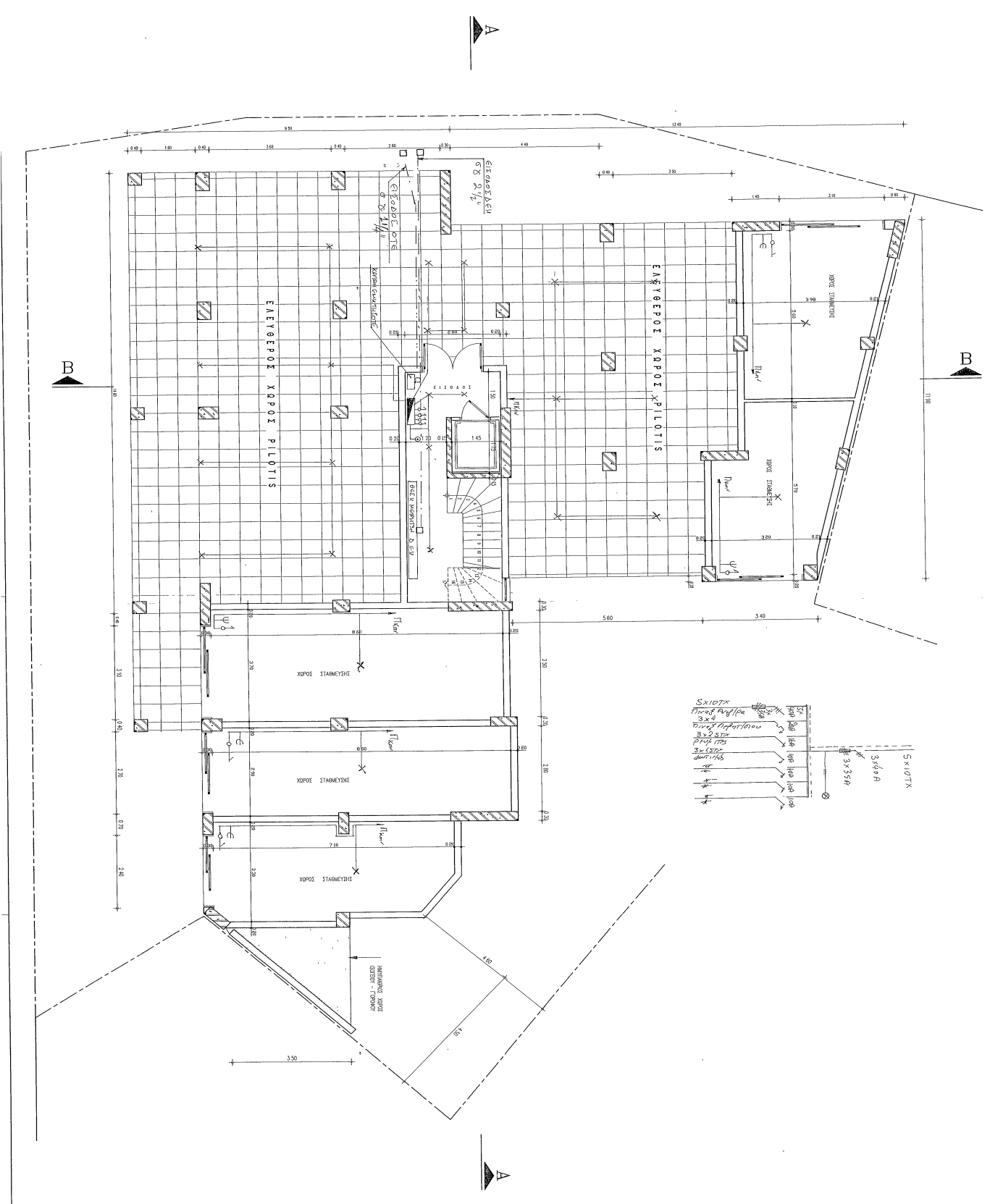
Ακολούθως παρουσιάζονται στην σειρά η κάτοψη του ορόφου, η κάτοψη της πιλοτής, καθώς και οι τομές A-A' και B-B'

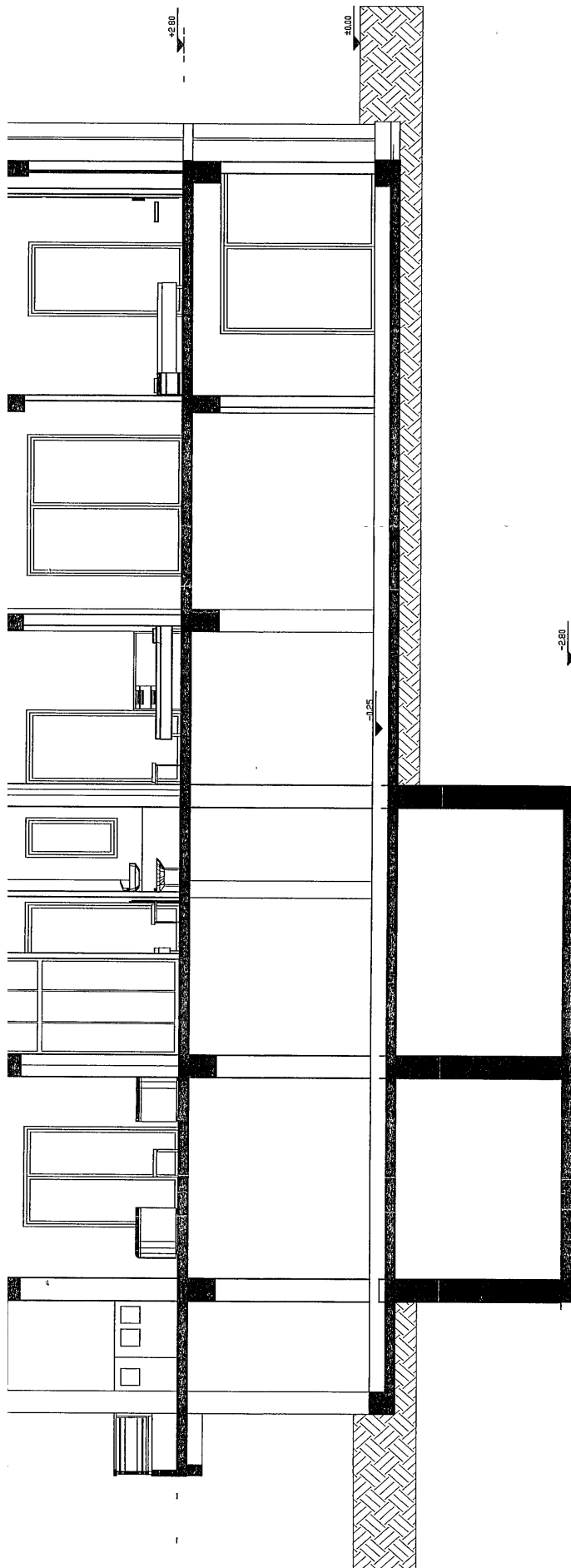


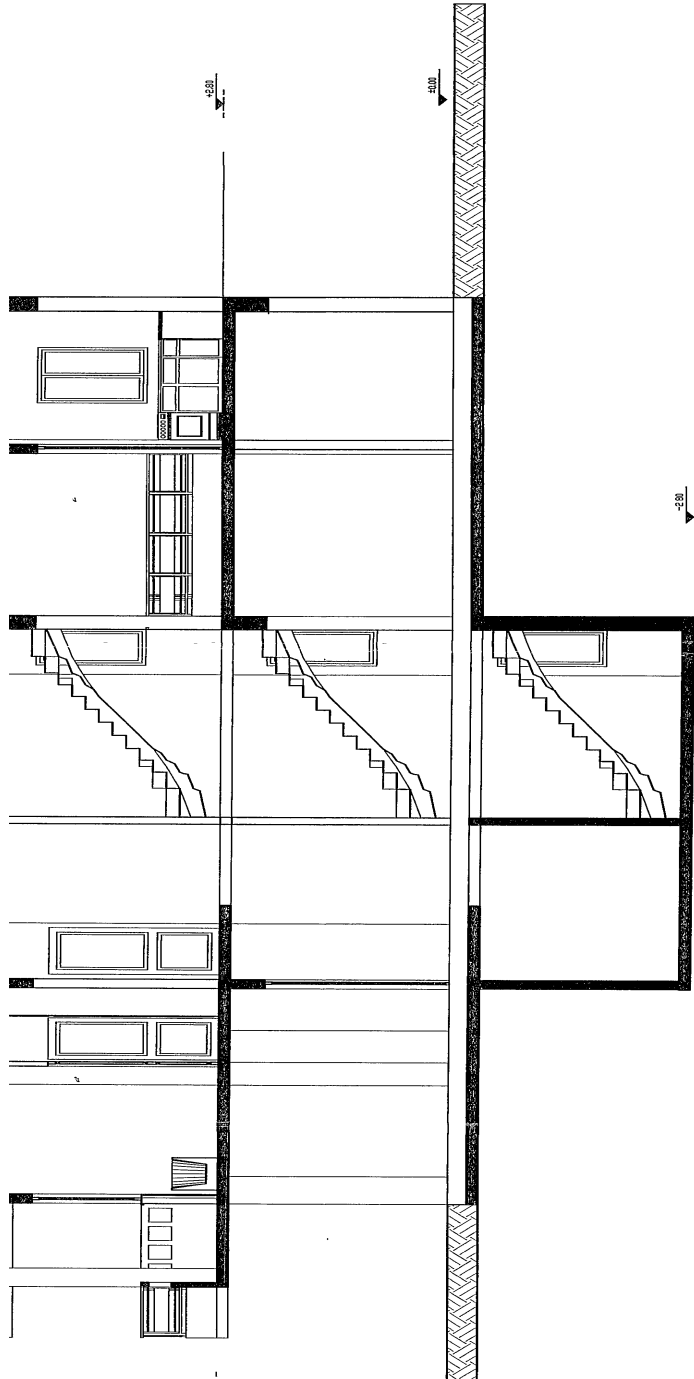
- ТАБЛИЦА
- 1 Этажность по инвентарю с/з
 - 2 Этажность по проекту с/з
 - 3 Этаж
 - 4 Ось

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТРИВЕР ДИСТРИБ.









2.2 Εξοικονόμηση Ενέργειας Με Τη Χρήση Μόνωσης

Οι θερμικές απώλειες προκαλούνται σε ένα κτίριο από τη μετάδοση της θερμότητας του αέρα ενός εσωτερικού χώρου προς την ατμόσφαιρα ή προς ψυχρότερους γειτονικούς χώρους ή/και αντίστροφα. Είναι γνωστό ότι, ανάμεσα σε δύο σώματα με διαφορετικές θερμοκρασίες, προκαλείται μία συνεχής ροή θερμότητας από το θερμότερο προς το ψυχρότερο, κάτι που συμβαίνει το χειμώνα από το εσωτερικό του κτιρίου προς τον εξωτερικό κρύο αέρα, αλλά και το καλοκαίρι, από τον εξωτερικό θερμό αέρα προς το δροσερότερο εσωτερικό του κτιρίου. Αυτή η ροή θερμότητας είναι αδύνατο να εμποδιστεί τελείως και μπορεί, μόνο, να περιοριστεί ως προς την ένταση και τη διάρκεια της. Αυτό γίνεται κατορθωτό με την θερμομόνωση του κτιρίου η οποία επιβραδύνει την ταχύτητα ανταλλαγής θερμότητας μέσα από τις επιφάνειες (τοίχους, στέγες, πατώματα, κουφώματα) που χωρίζουν περιοχές ή χώρους διαφορετικής θερμοκρασίας.

Στην σύγχρονη εποχή όπου οι κτιριακές κατασκευές είναι περισσότερο σύνθετες και ελαφρότερες από τα παραδοσιακά πέτρινα κτίρια του παρελθόντος, την προστασία από τις θερμικές μεταβολές ανέλαβαν τα διάφορα τεχνητά συστήματα ελέγχου, όπως η κεντρική θέρμανση και ο κλιματισμός. Η κατανάλωση ενέργειας για την λειτουργία τους δεν αποτελούσε πρόβλημα, μέχρι την Ενεργειακή Κρίση. Οι ενεργειακές πηγές (ουσιαστικά το πετρέλαιο) έπαψαν να είναι φτηνές και έγινε εμφανής πλέον η μεγάλη σημασία της θερμομόνωσης στην εξοικονόμηση ενέργειας.

Όλα τα κτίρια που κατασκευάστηκαν στην Ελλάδα μετά το 1980 είναι μονωμένα βάσει του Κανονισμού Θερμομόνωσης, όμως σχεδόν όλα τα κτίρια που έχουν κατασκευαστεί πριν το 1980 (σχεδόν το 82% των κτιρίων στην Ελλάδα) δεν έχουν μόνωση. Η αναλογία κατανάλωσης ενέργειας (και του κόστους της φυσικά) για τις ανάγκες θέρμανσης-ψύξης μεταξύ κτιρίων με και χωρίς μόνωση είναι 1 προς 3.

2.2.1 Ανάπτυξη της έννοιας και πρακτικής της θερμομόνωσης στην ιστορία

Νομάδες στη αρχή, χωρικοί - καλλιεργητές στη συνέχεια, αστοί ιδιοκτήτες διαμερισμάτων πιο μετά, μέχρι τις αρχές του αιώνα μας, οι άνθρωποι ακολουθούσαν την εξής στρατηγική για το ξεπέρασμα του κρύου, στα σπίτια - κελύφη που κατασκεύαζαν.

Θέρμαιναν μόνο ένα χώρο, με μια σόμπα ή ένα τζάκι. Εκεί περνούσαν τις περισσότερες ώρες τους και όταν ερχόταν η ώρα του ύπνου, όσοι δεν χωρούσαν να κοιμηθούν κοντά στην εστία ζέστης, χρησιμοποιούσαν διπλανά και μη θερμαινόμενα δωμάτια, στα οποία καλύπτονταν με βαριά μάλλινα ή δερμάτινα παπλώματα. Οι αγρότες είχαν και μια συμπληρωματική στρατηγική. Ενσωμάτωναν, συνήθως στη βορινή κάτοψη του σπιτιού τους, μια αποθήκη ή ένα στάβλο και έτσι δημιουργούσαν ένα χώρο ανάσχεσης σε επαφή με τον κύριο χώρο κατοικίας, που βοηθούσε στην επίτευξη καλύτερων συνθηκών θερμικής άνεσης. Οι τοίχοι των κτηρίων αυτών είχαν δε ικανοποιητικό πάχος (πολύ μεγαλύτερο των σημερινών), οπότε ο συντελεστής χρονικής υστέρησης τους, ήταν σαφώς καλύτερος από τους σημερινούς. Σ' ένα τοίχο πέτρινο των 60 και 80 εκατ. η ζέστη ή το κρύο, αντίστοιχα, "έμπαιναν" χοντρικά σε διπλάσιο ή τριπλάσιο χρόνο, σε σχέση με έναν σημερινό των 10 ή των 20 εκατ. τοίχο από τούβλα, με ελαφριά μόνωση. Η τακτική αντιμετώπισης της ζέστης ήταν περίπου αντίστοιχη και επιτυγχάνετο και με τη χρήση ιδιοκατασκευών (αιολικές καμινάδες, κάλαφ, σκίαστρα, στέγαστρα, πέργκολες κ.λ.π.)

Όλα όμως ανατράπηκαν, πρώτα μετά το 2ο Παγκόσμιο Πόλεμο, που οδήγησε εκατομμύρια ανθρώπους να συρρεύσουν στα μεγάλα αστικά κέντρα (για λόγους ασφαλείας) και να αναζητήσουν στέγη σε πολυώροφα (και συχνά κακοκτισμένα κτήρια) και μετά, αμέσως μετά την πετρελαϊκή κρίση του 1973, που έβαλε, για πρώτη φορά στην αμέριμη ανθρωπότητα, τα διλήμματα σχετικά με την εξοικονόμηση ενέργειας και την εξάντληση των πλουτοπαραγωγικών πόρων της γης. Στα 1974 εμφανίζονται, λοιπόν και οι πρώτοι κανονισμοί θερμομόνωσης στις Ευρωπαϊκές χώρες (Γαλλία, Γερμανία) με στόχο μέσα από την σωστή θερμομόνωση κτηρίων την εξοικονόμησης ενέργειας. Στην Ελλάδα, η συζήτηση ξεκίνησε το 1979, με μια χρονική υστέρηση δηλαδή 5 χρόνων, και στις 04/07/1979 (ΦΕΚ 362) επιβάλλεται η θερμομόνωση όλων των νέων κτηρίων. Σταδιακά όμως, στα μέσα της δεκαετίας του 80, η Ευρώπη ανακαλύπτει, και μια άλλη συνιστώσα πέρα από την θερμομόνωση, που είναι η βιοκλιματική αρχιτεκτονική.

Σύμφωνα με την βιοκλιματική αρχιτεκτονική ο κόσμος ξεκίνησε όχι μόνο να θερμομονώνει τα σπίτια, αλλά και να τα προσανατολίζει σωστά σε σχέση με τον ήλιο (χειμωνιατικό και καλοκαιρινό) αλλά και με τους επικρατούντες ανέμους. Τέλος στα τέλη της δεκαετίας του 80, η Ευρώπη, βάζει και μian άλλη τελευταία συνιστώσα, που δεν είναι άλλη από την οικολογική δόμηση, η οποία με την σειρά της πρεσβεύει πως πέρα από την εξοικονόμηση ενέργειας, τα θερμομονωτικά και άλλα υλικά που χρησιμοποιούνται πρέπει να μην είναι ζημιογόνα για την υγεία των χρηστών του κτιρίου, πχ. καρκινογόνα.

2.2.2 Πως δημιουργούνται οι απώλειες θερμότητας μιας κατοικίας

Ένας κλειστός χώρος που θερμαίνεται ακτινοβολεί θερμότητα στο ψυχρότερο περιβάλλον που είναι γύρω του. Ταυτόχρονα η θερμότητα διαφεύγει από τις ατέλειες του περιβλήματος. Οι απώλειες αυτές πρέπει να αντιμετωπίζονται με τους διάφορους τρόπους μόνωσης. Πρέπει να τονιστεί ότι με το φράξιμο των χαραμάδων και τον περιορισμό της αθέλητης διείσδυσης αέρα δεν πρέπει να εμποδίζεται ο απαραίτητος αερισμός της κατοικίας. Για την υγεία των χρηστών, είναι απαραίτητο να ανανεώνεται ο αέρας που βρίσκεται στο εσωτερικό μιας κατοικίας.

Ο αερισμός των κατοικιών πρέπει να είναι γενικός και μόνιμος ακόμη και στην περίοδο που η εξωτερική θερμοκρασία υποχρεώνει να διατηρούνται κλειστά τα παράθυρα. Η κυκλοφορία του αέρα πρέπει να γίνεται ανεμπόδιστα, σε όλους τους χώρους διαβίωσης. Όλοι οι κύριοι χώροι πρέπει να έχουν ανοίγματα για την είσοδο του αέρα και όλοι οι χώροι υπηρεσίας εξαερισμούς. Μεταξύ των κυρίων χώρων υπηρεσίας πρέπει να υπάρχουν ελεύθερα περάσματα για κυκλοφορεί ο αέρας μεταξύ τους. Τόσο η εισαγωγή όσο και η απαγωγή του αέρα από το εσωτερικό των κατοικιών, μπορεί να γίνεται με τρόπο φυσικό ή μηχανικό ή με συνδυασμό των δύο μεθόδων. Τα ανοίγματα όμως που υπαγορεύει ο φυσικός αερισμός (παράθυρα, φεγγίτες, χαραμάδες κάτω από πόρτες), όσο και ο μηχανικός εξαερισμός (στόμια και συναρμογές σωληνώσεων, καμινάδες κλπ) πρέπει να προστατεύονται σωστά για να μη διαφεύγει άσκοπα θερμική ενέργεια από το κτήριο.

Ανάλογα προβλήματα δημιουργεί ο αερισμός και στον τομέα της ακουστικής άνεσης. Η σωστή θερμομόνωση σε συνδυασμό με ένα ικανοποιητικό σύστημα κλιματισμού, εξασφαλίζει την άνετη διαμονή μέσα στην κατοικία. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα προστατεύει τον εσωτερικό χώρο από το κρύο και κατά το καλοκαίρι από την υπερβολική ζέστη. Εξασφαλίζει οικονομία στην αρχική δαπάνη εγκατάστασης και στις δαπάνες λειτουργίας της θέρμανσης, μειώνοντας τις ανταλλαγές θερμοκρασία με το εξωτερικό περιβάλλον ή με χώρους που έχουν διαφορετικές θερμοκρασίες. Εξοικονομεί χρήματα από τα έξοδα συντήρησης και αυξάνει το χρόνο ζωής της κατοικίας, συμβάλλοντας στην προστασία της από φθορές και βλάβες.

Οι κατά καιρούς έρευνες απέδειξαν ότι μια σωστή θερμομόνωση, που απαιτεί περίπου το 2 - 5% του αρχικού κόστους κατασκευής του κτηρίου, μπορεί να εξοικονομήσει μέχρι και 50% του κόστους λειτουργίας της θέρμανσής του.

2.2.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα διάφορων τεχνικών θερμομόνωσης

Οι τοίχοι μπορούν να μονωθούν με τέσσερις κυρίως τεχνικές:

A) Από το εσωτερικό μέρος τους.

Στην περίπτωση αυτή το μονωτικό υλικό τοποθετείται από την πλευρά του εσωτερικού χώρου και προστατεύεται από κάποιο στερεό δομικό υλικό που λειτουργεί όπως και το επίχρισμα.

- Ο τρόπος αυτός θερμομόνωσης έχει τα εξής πλεονεκτήματα:
- Έχει περιορισμένο χρόνο κατασκευής
- Αποτελεί φθηνότερη λύση σε σχέση με την εξωτερική θερμομόνωση
- Δεν απαιτείται ιδιαίτερη προστασία των μονωτικών από τις εξωτερικές επιδράσεις.
- Έχει απλή κατασκευή
- Θερμαίνεται πολύ γρήγορα ο χώρος
- Η κατασκευή μπορεί να γίνει ανεξάρτητα από τις εξωτερικές καιρικές συνθήκες.

Η θερμομόνωση των τοίχων από την εσωτερική πλευρά έχει τα ακόλουθα μειονεκτήματα:

- Περιορίζεται ο εσωτερικός χώρος
- Ο χώρος ψύχεται πολύ σύντομα. Μένει ανεκμετάλλευτη η θερμοχωρητικότητα του εξωτερικού τοίχου.
- Δε λύνεται το πρόβλημα των θερμογεφυρών.
- Τα δομικά στοιχεία κινδυνεύουν από συστολές και διαστολές από τις θερμοκρασιακές μεταβολές. Κίνδυνος ρηγματώσεων και εισροής βρόχινου νερού.
- Υπάρχει μικρό πρόβλημα στην τακτοποίηση των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων.

B) Από το εξωτερικό μέρος τους.

Στην περίπτωση αυτή το μονωτικό τοποθετείται στο εξωτερικό μέρος του τοίχου. Με την κατασκευή αυτή εμφανίζονται τα εξής πλεονεκτήματα:

- Ο χώρος διατηρεί τη θερμότητα και μετά τη διακοπή της θέρμανσης από τη θερμοχωρητικότητα των τοίχων.
- Στους νότιους ειδικά χώρους των κτηρίων διατηρείται η θερμότητα από το ηλιακό θερμικό κέρδος γιατί αποθηκεύεται στους βαρείς εσωτερικούς τοίχους.
- Δεν εμποδίζεται η ομαλή λειτουργία του εσωτερικού χώρου κατά την κατασκευή της εσωτερικής θερμομόνωσης.
- Δε μειώνεται ωφέλιμος κατοικήσιμος χώρος.
- Οι εξωτερικές επιφάνειες των τοίχων προστατεύονται από τις συστολές και διαστολές.
- Εξασφαλίζεται κάλυψη των θερμογεφυρών ιδιαίτερα στις πλάκες σκυροδέματος, στα δοκάρια και στις κολώνες.

Τα μειονεκτήματα αυτής της τεχνικής είναι:

- Η κατασκευή της εξωτερικής θερμομόνωσης είναι ακριβότερη σε σχέση με τη θερμομόνωση της εσωτερικής πλευράς του τοίχου.
- Δεν είναι πολύ εύκολη η εφαρμογή της εξωτερικής θερμομόνωσης στην περίπτωση που οι τοίχοι έχουν πολλές αρχιτεκτονικές προεξοχές.
- Υπάρχει αδυναμία εφαρμογής της εξωτερικής θερμομόνωσης σε κτήρια με έντονο εξωτερικό μορφολογικό ενδιαφέρον όψεων.
- Απαιτούνται σκαλωσιές για τις εργασίες κατασκευής σε πολυώροφα κτήρια.
- Χρειάζεται ειδική προστασία των υλικών διαφόρων στρώσεων για προστασία από τις εξωτερικές καιρικές επιδράσεις.

Γ) Θερμομόνωση με χρήση ειδικών τούβλων.

Στην περίπτωση αυτή ο τοίχος κτίζεται με ειδικά θερμομονωτικά τούβλα που με τον τρόπο κατασκευής τους, το σχήμα τους, τις διαστάσεις τους κλπ. πρέπει να εξασφαλίζουν τις τιμές του συντελεστή θερμικής διαπερατότητας K που επιβάλλει ο κανονισμός θερμομόνωσης. Αν απαιτείται να αυξηθεί ο συντελεστής αυτός προστίθεται μονωτικό που σε ορισμένες περιπτώσεις είναι εκ κατασκευής ενσωματωμένο στο θερμομονωτικό τούβλο. Η κατασκευή αυτή εμφανίζει πολλά πλεονεκτήματα αλλά θα πρέπει να εξασφαλίζεται με σωστή κατασκευή των επιχρισμάτων η σωστή στεγανότητα ώστε να μην υγραίνεται η μάζα των θερμομονωτικών τούβλων.

Δ) Θερμομόνωση στον πυρήνα μεταξύ δύο τοίχων.

Αποτελεί μέθοδο τοποθέτησης θερμομόνωσης που χρησιμοποιείται πολύ στη χώρα μας. Συνήθως το μονωτικό υλικό τοποθετείται μεταξύ δύο δομικών τοίχων και αυτό ίσως αποτελεί το κύριο μειονέκτημα της μεθόδου. Εξασφαλίζεται δηλαδή η θερμομόνωση, αλλά δεν είναι βέβαιο ότι εξασφαλίζεται επαρκώς και η στατική αντοχή του συστήματος και ιδιαίτερα η αντοχή που απαιτείται από τον αντισεισμικό κανονισμό. Η κατασκευή αυτού του τύπου θερμομόνωσης έχει περιθώρια βελτίωσης έστω και αν δημιουργηθούν στη χειρότερη περίπτωση θερμογέφυρες από την κατασκευή των σενάζ.

2.2.4 Ιδιότητες των μονωτικών υλικών

Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας:

Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας δεν είναι σταθερό μέγεθος αλλά μια γραμμική συνάρτηση που αυξάνεται σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία. Συνήθως, χαρακτηρίζεται από μια μέση τιμή. Η θερμική αγωγιμότητα επηρεάζεται αρνητικά από την υγρασία, γεγονός που εξηγείται εύκολα αν σκεφτούμε ότι η θερμική αγωγιμότητα του νερού είναι $0,57 \text{ W/mk}$, δηλαδή πολύ μεγαλύτερη από αυτή του ακίνητου, ξηρού αέρα. Οι τιμές των συντελεστών θερμικής αγωγιμότητας που δίνονται από τις διάφορες εταιρείες ισχύουν συνήθως με μια ανοχή 5 - 10% ανάλογα με το είδος του υλικού. Η προσαύξηση αυτή λαμβάνει υπόψη της λάθη μετρήσεων και την ανομοιομορφία των περισσότερων

μονωτικών. Στην πράξη, στις κατασκευές, τα θερμομονωτικά υλικά απορροφούν υγρασία παρά τη χρήση φράγματος υδρατμών. Επίσης λόγω των ιδιοτήτων τους και του τρόπου κατασκευής τους τα περισσότερα μονωτικά υλικά γερνάνε εξαιτίας μηχανικών αλληλεξαρτήσεων και θερμοκρασιακών αλλαγών. Έτσι αλλοιώνεται η αρχική ισορροπία των στερεών και των αέριων συστατικών. Παρά τις έρευνες που γίνονται στον τομέα αυτόν οι μηχανισμοί γήρανσης των θερμομονωτικών υλικών παραμένουν σε μεγάλο βαθμό άγνωστοι. Αυτό που είναι σίγουρο είναι ότι ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας πάντοτε αυξάνεται και ποτέ δεν μειώνεται.

Ο συντελεστής αντίστασης στη διάχυση υδρατμών:

Όπως ήδη αναφέρθηκε τα θερμομονωτικά υλικά πρέπει να είναι και να παραμείνουν στεγνά. Αυτό επιτυγχάνεται ευκολότερα όσο μεγαλύτερη αντίσταση παρουσιάζει ένα υλικό στη διάχυση υδρατμών και καθορίζεται από τον αδιάστατο συντελεστή αντίστασης στη διάχυση υδρατμών μ . Ο συντελεστής αυτός είναι σχετικό μέγεθος, αδιάστατο και δείχνει κατά πόσο μεγαλύτερη είναι η αντίσταση στη διάχυση υδρατμών ενός στρώματος του υλικού σε σχέση με στρώμα αέρα ίσου πάχους. Όσο μικρότερος λοιπόν είναι ο συντελεστής αυτός τόσο πιο ευαίσθητο είναι ένα υλικό στην υγρασία.

Η μηχανική αντοχή:

Η μηχανική αντοχή που απαιτείται για μια κατασκευή προσδιορίζει το σύστημα θερμομόνωσης που θα χρησιμοποιηθεί. Έτσι υλικά με μεγάλη μηχανική αντοχή μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως αυτοφερόμενα, αλλά με μικρότερη αντοχή μπορούν να μπουν σε ένα φέρον πλέγμα και άλλα με πολύ μικρή ως υλικά πλήρωσης. Η αντοχή σε συμπίεση είναι ένα καθοριστικό μέγεθος στις θερμομονώσεις δαπέδων. Πρέπει να σημειωθεί ότι σε πολλές περιπτώσεις είναι χρήσιμη και η γνώση των ενδιάμεσων παραμορφώσεων μέχρι τη θραύση από μερικές φορτίσεις, που δεν καταστρέφουν το υλικό αλλά μπορούν να δημιουργήσουν υπερβολικές καταπονήσεις σε φέροντα στοιχεία ή επενδύσεις. Σε πολλές περιπτώσεις χρειάζονται πληροφορίες για την αντοχή των υλικών σε κάμψη-εφελκυσμό. Αυτό απαιτείται ιδιαίτερα σε εσωτερικές θερμομονώσεις ορόφων με μεγάλα ανοίγματα ή σε αυτοφερόμενες κατασκευές που καταπονούνται από τις καιρικές συνθήκες.

Η σταθερότητα στις διαστάσεις:

Σε θερμομονωτικές πλάκες που κατασκευάζονται με θερμικές διεργασίες μπορούν να διαφοροποιηθούν οι ονομαστικές διαστάσεις κατά το στάδιο της ψύξης και η κατάσταση να επιδεινωθεί εξαιτίας της γήρανσης. Αυτό μπορεί να αποφευχθεί με τεχνική γήρανση κατά τη φάση της παραγωγής έτσι ώστε να σταθεροποιηθούν οι διαστάσεις. Μεγάλες θερμοκρασιακές μεταβολές έχουν ως αποτέλεσμα μια αξιόλογη γραμμική συρρίκνωση σε όλα τα στερεά μονωτικά υλικά. Τέλος ορισμένα θερμομονωτικά υλικά έχουν μεγάλους συντελεστές διαστολής, τους οποίους πρέπει να λάβει υπόψη του ο κατασκευαστής κατά την τοποθέτηση. Ακόμη πρέπει να ελέγχονται και οι ανοχές που μπορεί να εμφανίζουν οι διαστάσεις ώστε να ελέγχεται η συμπεριφορά τους.

Η Αντίσταση στη φωτιά:

Η συμπεριφορά των θερμομονωτικών υλικών στη φωτιά μπορεί να έχει άμεσες οικονομικές επιπτώσεις. Γενικά παρά το αυξημένο κόστος τους, χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο θερμομονωτικά υλικά που δεν αναφλέγονται ή τουλάχιστο δύσκολα ή μέτρια αναφλεγόμενα. Γενικά την καλύτερη συμπεριφορά στη φωτιά έχουν το αφρώδες γυαλί, τα ινώδη υλικά, ο περλίτης κλπ.

Το ειδικό βάρος:

Το ειδικό βάρος αποτελεί μια ακόμη χρήσιμη ιδιότητα διότι ακόμη και στην ίδια κατηγορία υλικών μπορεί ένα ελαφρότερο υλικό να έχει χειρότερες θερμομονωτικές ιδιότητες από βαρύτερο επειδή έχει μεγαλύτερες και πυκνότερες κυψέλες.

2.2.5 Θερμομονωτικά υλικά που υπάρχουν στην ελληνική αγορά

1) Εξηλασμένη πολυστερίνη

- Προέρχεται από μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας (υδρογονάνθρακες)
- Γκρίζα ενέργεια (ενεργοβόρος η παραγωγή της) 450 KWh/μ³, έως 850 KWh/m³
- Μόλυνση: Διαφυγή τοξικών πτητικών αερίων στο περιβάλλον, όπως CFC (χλωροφθοράνθρακες) και πεντανίου (καταστρέφουν τη στοιβάδα του όζοντος και ενισχύουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου).
- Μη ανακυκλώσιμη
- Επιπτώσεις στην υγεία: Διαφυγή στυρενίου στην ατμόσφαιρα (ουσία νευροτοξική, που ενοχοποιείται για καρκινογένεσεις). Σε περίπτωση φωτιάς, παραγωγή τοξικών βρωμιούχων αερίων, εξ αιτίας των ουσιών που περιέχει για την καθυστέρηση εκδήλωσης πυρκαγιάς. Ανάπτυξη ισχυρών ηλεκτροστατικών πεδίων. Καμία δυνατότητα διαπνοής του κτηρίου.

2) Πολυουθεράνη

- Προέρχεται από μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας.
- Γκρίζα ενέργεια: 1.000 KWh/μ³ έως και 1.200 KWh/m³
- Οι HCFC που αντικατέστησαν τα CFC ενοχοποιούνται επίσης για την καταστροφή της στοιβάδας του όζοντος
- Μη ανακυκλώσιμη
- Επιπτώσεις στην υγεία: Οι ισοκυανάτες που προέρχονται από μια σύνθετη διαδικασία παραγωγής με βάση το χλώριο, απελευθερώνουν στο περιβάλλον (εσωτερικό και εξωτερικό του κτηρίου) αμίνες, ουσίες ιδιαίτερα επικίνδυνες για τους ανθρώπους. Σε περίπτωση δε πυρκαγιάς παράγεται κυάνιο, ουσία φοβερά τοξική.
- Καμία δυνατότητα διαπνοής του κτηρίου.

3) Υαλοβάμβακας / Πετροβάμβακας

- Μη ανανεώσιμα (εκτός της ύαλου) που προέρχονται όμως από υλικά σε αφθονία στη φύση (άμμος, βασάλτης κλπ).
- Γκρίζα ενέργεια: 150 KWh/μ3 έως 250 KWh/m³.
- Κύρια μόλυνση: Μόνο στις μονάδες παραγωγής (λόγω του διοξειδίου του άνθρακα CO₂) και κατά τη διάρκεια της μεταφοράς τους.
- Επιπτώσεις στην υγεία: Το I.A.R.C. (διεθνές κέντρο για την έρευνα του καρκίνου) που υπάγεται στον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, τα κατατάσσει στα εν δυνάμει καρκινογόνα υλικά που επιδρούν στον άνθρωπο μέσω της αναπνευστικής οδού. Σε αντίθεση με τις ίνες αμιάντου, οι ίνες των υλικών αυτών δεν διαχωρίζονται κατά το μήκος τους, αλλά σπάνε κάθετα στη μάζα τους και σύμφωνα με το I.A.R.C. η επικινδυνότητά τους έγκειται στις διαστάσεις τους (μήκος ανώτερο των 5 micron και διάμετρος μικρότερη των 3 micron.
Στη Γερμανία απαγορεύτηκε η χρήση τους σε δημόσια κτήρια και στα μικρότερα έργα επιτρέπεται μόνο όταν στεγανοποιηθούν απόλυτα. Το I.A.R.C. επισημαίνει επίσης τον κίνδυνο αναπνευστικών μολύνσεων, λαρυγγίτιδων, φαρυγγίτιδων κ.λ.π. σε χώρες όπου εφαρμόζονται αυτά τα υλικά. Ακόμη, οι συνδετικές ουσίες που χρησιμοποιούνται και που έχουν βάση τη φορμόλη και την ουρία, απελευθερώνουν μεγάλες ποσότητες τοξικής φορμαλδεΐδης.

4) Περλίτης

- Μη ανανεώσιμη πηγή, με μεγάλη όμως διαθεσιμότητα στη φύση.
- Γκρίζα ενέργεια: 230 KWh/m³
- Μερική ανακύκλωσή του.
- Επιπτώσεις στην υγεία: Ο περλίτης (ηφαιστειακής προέλευσης), δεν απελευθερώνει τοξικές ουσίες, κατά τη χρησιμοποίησή του.
- Προσοχή όμως στη χρησιμοποίησή του σε σύνθετες κατασκευές με σιλικόνες και πολυουρεθάνη !!
- Επίσης σε περίπτωση πυρκαγιάς δεν απελευθερώνει τοξικά αέρια.
- Γενικά προτείνεται σαν ένα καλό θερμομονωτικό υλικό.

5) Το Ερακλίτ (Heraclith)

- Αποδεκτό υλικό
- Ανανεώσιμο όσον αυτό το ξυλόμαλλο, λιγότερο για το μαγνησίτη.
- Γκρίζα ενέργεια: Απαιτεί λιγότερη (αλλά παρόλα αυτά αρκετή) ενέργεια για την παραγωγή του, μικρότερη πάντως, των άλλων υλικών.
- Εύκολα ανακυκλώσιμο.
- Επιπτώσεις στην υγεία: Όλα τα υλικά στα οποία ανήκει και το Ερακλίτ δεν παρουσιάζουν προβλήματα για την υγεία των κατοίκων ενός κτηρίου. Καίγονται δύσκολα σε περίπτωση πυρκαγιάς και δεν απελευθερώνουν τοξικές ουσίες. Παρουσιάζουν μικρή, όμως αγωγιμότητα στα ηλεκτρικά πεδία, εξαιτίας του τσιμέντου, γι' αυτό και πρέπει να γίνονται σωστές γειώσεις του σκυροδέματος.

Στην Ευρώπη βρίσκουμε 3 υλικά: το Heraclith, το Fibralth, και το Eco-lith. Στην Ελλάδα δυστυχώς έχουμε μόνο το πρώτο.

6) Ο Διογκωμένος Φελλός

- Ανανεώσιμη πηγή.
- Γκρίζα ενέργεια: Χαμηλή κατανάλωση ενέργειας για την παραγωγή του 80 έως 90 KWh/m³
- Ανακυκλώσιμο κατά 100%.
- Επιπτώσεις στην υγεία: Απόλυτα φιλικό και υγιεινό.
- Δυστυχώς αρκετά πιο ακριβό, από άλλα υλικά.

2.2.6 Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη

Η αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη, συγγενές θερμομονωτικό υλικό της διογκωμένης πολυστερίνης, έχει όμοια σύσταση με αυτήν, αλλά διαφορετική μέθοδο επεξεργασίας. Για την παραγωγή αφρώδους εξηλασμένης πολυστερίνης χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη η πολυστερίνη, το CO₂ ως προωθητικό αέριο σε ποσοστό από 3 ως 7%, στοιχεία αύξησης της πυρανοχής σε ποσοστό από 1 ως 6% και ως βοηθητικές ύλες το ταλκ και χρωστικές ουσίες, που δίνουν το χαρακτηριστικό για κάθε εταιρία χρώμα στο τελικό προϊόν.

Παράγεται σε μορφή πλακών, διαφορετικής πυκνότητας ανάλογα με την εφαρμογή, με επίπεδη ή ανάγλυφη επιφάνεια, για την επίτευξη καλύτερης πρόσφυσης του κονιάματος του επιχρίσματος. Ακόμη παράγονται πλάκες με επικάλυψη τσιμεντοκονίας ή ψηφίδας, στην μία τους πλευρά, για χρήση στο αντεστραμμένο δώμα.

Η αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη διαθέτει καλές θερμομονωτικές ιδιότητες με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας που κυμαίνεται από 0,025 έως 0,035 W/(mK). Η τιμή του συντελεστή αυτού οφείλεται κατά κύριο λόγο στην θερμική αγωγιμότητα του μίγματος αέρα και αερίων που κατέχουν περίπου το 95% του όγκου του υλικού. Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί ότι οι παραπάνω τιμές του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας αποτελούν τις τιμές κατά τη χρήση της εξηλασμένης πολυστερίνης.

Στην πραγματικότητα κατά την παραγωγή της ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας είναι μικρότερος αλλά σταδιακά αυξάνεται, γεγονός το οποίο οφείλεται στη διαδικασία εξισορρόπησης του R12 του αέριου μίγματος με τον εξωτερικό αέρα. Έχει υπολογιστεί μάλιστα πως το αέριο σε R12 υποδιπλασιάζεται κάθε 50 έτη, περίπου δηλαδή όσο και η διάρκεια ζωής ενός κτιρίου.

Το θερμοκρασιακό εύρος χρήσης της είναι σχετικά περιορισμένο, καθώς το κατώτερο ανέρχεται σε -60°C και το ανώτερο όριο σε 75°C. Ο τρόπος παραγωγής της εξηλασμένης πολυστερίνης, δηλαδή η κατεργασία της εξέλασης, αποτελεί τον κύριο υπεύθυνο για τη μεγάλη αντοχή που παρουσιάζει στον εφελκυσμό (0,30 ως 0,35 N/mm²) και στη συμπίεση, στην αυξημένη αντίσταση στη διάχυση υδρατμών (80 ως 200) και στην απορρόφηση νερού. Η μέγιστη απορροφητικότητα φθάνει το 0,1 με 0,2% του όγκου του υλικού.

Η εξηλασμένη πολυστερίνη έχει όμοια συμπεριφορά με την διογκωμένη πολυστερίνη σε ότι αφορά την προσβολή της από έντομα και τρωκτικά και την ευαισθησία της σε διαλύτες και στην ηλιακή ακτινοβολία, η οποία αποχρωματίζει την επιφάνειά της και καθιστά τις κυψέλες της εύθραυστες. Η τεχνική λύση για την αποφυγή της προσβολής από έντομα και τρωκτικά συστήνει τον εγκλωβισμό της εξηλασμένης πολυστερίνης στο δομικό στοιχείο ή την επικάλυψη με επίχρισμα. Η προστασία της από την ηλιακή ακτινοβολία επιτυγχάνεται επίσης με επικάλυψη με τσιμεντοσανίδες, πλάκες ορυκτών ινών και ψευδομωσαϊκού, γυψοσανίδες ή ξηρή χαλικόστρωση.

Παρά τη χρήση επιβραδυντών καύσης με τον εμπλουτισμό της εξηλασμένης πολυστερίνης με στοιχεία αύξησης της πυραντοχής σε ποσοστό από 1 έως 6% κατά τη διαδικασία παραγωγής της, παραμένει εύφλεκτο υλικό και κατατάσσεται στις B1 και B2 κατηγορίες πυραντοχής. Τέλος, δεν χρησιμοποιείται ως ηχομονωτικό υλικό, καθώς δεν διαθέτει ικανοποιητικές ιδιότητες ηχοαπορρόφησης

2.2.7 Ανοίγματα

Τα παράθυρα των κτιρίων συντελούν σε ένα μεγάλο ποσοστό στην ενεργειακή κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη των χώρων γιατί από αυτά μεταφέρεται μεγάλη ποσότητα ενέργειας. Το χειμώνα χάνεται θερμότητα από μέσα προς τα έξω, ενώ το καλοκαίρι εισέρχεται θερμότητα από το ζεστό εξωτερικό περιβάλλον. Η διαδικασία αυτή μπορεί να ελαχιστοποιηθεί με τη χρήση κατάλληλα κατασκευασμένων, ενεργειακά αποδοτικών παραθύρων. Τα παράθυρα αυτά θα πρέπει να έχουν υαλοπίνακες και κουφώματα με καλές θερμομονωτικές ιδιότητες και επί πλέον, θα πρέπει να είναι αεροστεγανά, ώστε να εμποδίζουν τη διαφυγή θερμότητας από χαραμάδες, οι οποίες μπορεί να επιφέρουν σημαντικές απώλειες θερμότητας, όπως παρατηρείται σε κτίρια κακής κατασκευής ή παλαιά.

Στην Ελλάδα, από την ισχύ του Κανονισμού Θερμομόνωσης του 1979 είναι υποχρεωτική η χρήση διπλών υαλοπινάκων σε νέα κτίρια, έτσι ώστε να πληρούνται οι απαιτήσεις του Κανονισμού. Για τα παλαιά κτίρια, κτισμένα εν γένει πριν το 1979, η αντικατάσταση των μονών υαλοπινάκων με διπλούς, με πιθανή αντικατάσταση και των κουφωμάτων, αποτελεί μια σημαντική τεχνική εξοικονόμησης ενέργειας. Η αντικατάσταση των παλιών παραθύρων με νέα, ενεργειακά αποδοτικά με διπλά τζάμια, αν και έχει κάποιο

κόστος, μπορεί να ανατρέψει κατά ένα πολύ μεγάλο ποσοστό την κακή ενεργειακή απόδοση του κτιρίου, με πολλαπλά οφέλη, ενεργειακά-περιβαλλοντικά και οικονομικά. Η εξοικονόμηση ενέργειας από κάθε επέμβαση στο κέλυφος του κτιρίου, εξαρτάται από τη χρήση του κτιρίου, τα αρχιτεκτονικά του χαρακτηριστικά και το κλίμα της περιοχής. Ενδεικτικά το ΚΑΠΕ προσομοίωσε ένα τυπικό διαμέρισμα 100 τετραγωνικών μέτρων σε 4 πόλεις με χαρακτηριστικό κλίμα στην Ελλάδα και υπολόγισε την εξοικονόμηση ενέργειας που θα επιφέρει η αντικατάσταση παλαιών παραθύρων με μονά τζάμια με νέα, τα οποία θα έχουν διπλούς υαλοπίνακες τριών τύπων (συνήθη διπλό με διάκενο 4 και 6 χιλιοστά και διπλό χαμηλής εκπομπής με υλικό πλήρωσης αργό). Το ποσό της εξοικονομούμενης ενέργειας που προκύπτει για κάθε τύπο υαλοπίνακα και του αντίστοιχου πετρελαίου σε ετήσια βάση παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα:

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ/ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΣΕ ΤΥΠΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΔΙΠΛΩΝ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΩΜΕΝΩΝ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ ΣΕ 4 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ			
ΠΕΡΙΟΧΗ	ΤΥΠΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑ	Εξοικονόμηση ενέργειας (kwh)	Εξοικονόμηση πετρελαίου (λίτρα)
ΦΛΩΡΙΝΑ	Διπλός 4-6-4	12.216	1.222
	Διπλός 4-12-4	14.381	1.438
	Διπλός-χαμηλής εκπομπής με αργό 4-12-4	16.421	1.642
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	Διπλός 4-6-4	8.551	855
	Διπλός 4-12-4	10.007	1.001
	Διπλός-χαμηλής εκπομπής με αργό 4-12-4	11.604	1.160
ΑΘΗΝΑ	Διπλός 4-6-4	5.192	519
	Διπλός 4-12-4	6.016	602
	Διπλός-χαμηλής εκπομπής με αργό	7.473	747
ΧΑΝΙΑ	Διπλός 4-6-4	4.191	419
	Διπλός 4-12-4	4.449	445
	Διπλός-χαμηλής εκπομπής με αργό 4-12-4	5.491	549

Η εξοικονόμηση ενέργειας προκύπτει από τα τζάμια καθώς και από τη βελτίωση της ποιότητας των κουφωμάτων που συνεπάγεται την εξάλειψη των διαρροών του αέρα από χαραμάδες.

Εκτός από την εξοικονόμηση ενέργειας που επιφέρουν τα παράθυρα με διπλά τζάμια λόγω μειωμένων θερμικών ανταλλαγών με το περιβάλλον, παρουσιάζουν και μια σειρά από πλεονεκτήματα, όπως: μειώνουν την ακτινοβολία από ή προς τον εσωτερικό χώρο καθώς παρουσιάζουν επιφανειακή θερμοκρασία πλησιέστερη με αυτή των άλλων επιφανειών του χώρου και περιορίζουν τα ρεύματα του αέρα κοντά στο παράθυρο με αποτέλεσμα να προσφέρουν βελτιωμένες συνθήκες θερμικής άνεσης, αποτρέπουν τη συμπύκνωση υδρατμών το χειμώνα στην επιφάνειά τους, αλλά και μειώνουν το θόρυβο.

Σημαντικός δείκτης της θερμομονωτικής ικανότητας ενός συστήματος υαλοπίνακα είναι η θερμοπερατότητα, η οποία δίνεται από τους κατασκευαστές με την τιμή K ή U και εκφράζεται σε $W/m^2 \text{ } ^\circ C$. Εκτός όμως από την θερμοπερατότητα, και άλλες ιδιότητες επηρεάζουν τη συνολική ενεργειακή συμπεριφορά ενός παραθύρου ή τζαμιού (αεροπερατότητα, φωτοδιαπερατότητα, συντελεστής εκπομπής, κ.ά.), η οποία αφορά τη θερμική και αλλά και την οπτική άνεση που προσδίδει το παράθυρο και τη συνεπαγόμενη εξοικονόμηση ενέργειας.

Υπάρχει ένα εύρος από ενεργειακά αποδοτικούς τύπους υαλοπινάκων και κουφωμάτων που μπορεί να επιλέξει κανείς για το κτίριό του, ανάλογα με τη χρήση του και το μέγεθος του κτιρίου καθώς και το κόστος του κάθε συστήματος. Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει ο αγοραστής να ζητά από τον κατασκευαστή να τον ενημερώνει τουλάχιστον για την θερμοπερατότητα του παραθύρου που θα τοποθετήσει.

Στον πίνακα που ακολουθεί, παρουσιάζεται ενδεικτικά ο συντελεστής θερμοπερατότητας για διαφορετικούς τύπους υαλοπινάκων (μονών-διπλών, απλών ή χαμηλής εκπομπής, με πλήρωση αέρα ή αργό στο διάκενο).

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΤΥΠΩΝ			
Τύπος υαλοπίνακα	Πάχος υαλοπίνακα-διακένου-υαλοπίνακα (mm)	Αέριο διακένου	Συντελεστής Θερμοπερατότητας (W/m^2K)
Μονός	6	-	5,7
Μονός	8	-	5
Διπλός	4-6-4	Αέρας	3,4
Διπλός	4-12-4	Αέρας	2,9
Διπλός - χαμηλής εκπομπής	4-10-4	Αέρας	2,0 - 2,4
Διπλός - χαμηλής εκπομπής	4-12-4	Αέρας	1,7 - 2,4
Διπλός - χαμηλής εκπομπής	4-6-4	Αργό	2,1 - 2,6
Διπλός - χαμηλής εκπομπής	4-12-4	Αργό	1,3 - 1,7

Η χρήση βελτιωμένων ειδικών υαλοπινάκων μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας για τη θέρμανση, ψύξη και φωτισμό των κτιρίων και στη βελτίωση των συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης που διαμορφώνονται στους εσωτερικούς χώρους.

Κατηγορίες ειδικών υαλοπινάκων, οι οποίοι διαφοροποιούνται από τους κοινούς ως προς τα θερμικά και τα φωτομετρικά τους χαρακτηριστικά, είναι:

❖ Ανακλαστικοί υαλοπίνακες : Ανακλούν σημαντικό μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας και συνιστώνται για τη μείωση των ηλιακών κερδών, αλλά μπορεί να προκαλέσουν θάμβωση στον περιβάλλοντα χώρο και στα γύρω κτίρια.

❖ Έγχρωμοι υαλοπίνακες : Με τη βοήθεια χημικής επεξεργασίας παρουσιάζουν χαμηλή θερμοπερατότητα, αλλά και μειωμένη φωτοδιαπερατότητα και συνιστώνται για τη μείωση των ηλιακών κερδών ενός χώρου.

❖ Απορροφητικοί υαλοπίνακες : Απορροφούν σημαντικό μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας (περιορίζουν τη θερμοπερατότητα χωρίς να μειώνουν σημαντικά τη φωτοδιαπερατότητα) και συνιστώνται για τη μείωση των ηλιακών κερδών ενός χώρου. Έχουν το πλεονέκτημα, σε σχέση με τους ανακλαστικούς, ότι δεν δημιουργούν θάμβωση στον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου.

❖ Επιλεκτικοί υαλοπίνακες χαμηλού συντελεστή εκπομπής (Low-e) : Εμποδίζουν μεγάλο μέρος της θερμικής ακτινοβολίας είτε να εισέρχεται προς το κτίριο, είτε να εκπέμπεται προς το εξωτερικό περιβάλλον (ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο τοποθετούνται). Συνιστώνται για τη μείωση των θερμικών απωλειών (το χειμώνα) ή κερδών (το καλοκαίρι) των κτιρίων, ανάλογα με τις θερμικές απαιτήσεις του κτιρίου και το κλίμα της περιοχής στην οποία βρίσκεται.

❖ Θερμομονωτικοί υαλοπίνακες : Εκτός από τους συνήθεις διπλούς (ή τριπλούς) υαλοπίνακες, αυξημένη θερμομονωτική ικανότητα έχουν υαλοπίνακες που στο διάκενό τους περιέχουν άλλο αέριο (π.χ. αργό) αντί για αέρα. Συνιστώνται σε κτίρια με μεγάλα ανοίγματα, όπου απαιτείται υψηλή θερμομόνωση του κελύφους.

❖ Ηλεκτροχρωμικοί : Είναι υαλοπίνακες, των οποίων οι ιδιότητες (οπτικά χαρακτηριστικά, διαπερατότητα) μεταβάλλονται με τη διοχέτευση ηλεκτρικού ρεύματος.

❖ Φωτοχρωμικοί : Είναι υαλοπίνακες των οποίων οι οπτικές ιδιότητες μεταβάλλονται ανάλογα με το ποσό της προσπίπτουσας σε αυτούς ηλιακής ακτινοβολίας. Η φωτοδιαπερατότητά τους μειώνεται με την αύξηση της έντασης της φωτεινής ακτινοβολίας.

❖ Θερμοχρωμικοί : Είναι υαλοπίνακες των οποίων οι οπτικές ιδιότητες μεταβάλλονται ανάλογα με την εξωτερική θερμοκρασία. Με την αύξηση της θερμοκρασίας μεταβάλλονται από διαφανείς σε γαλακτόχρωμοι.

❖ Υαλοπίνακες υγρών κρυστάλλων : Με την εφαρμογή τάσης μετατρέπονται από γαλακτόχρωμοι σε διαφανείς.

Για την επιλογή του κατάλληλου υαλοπίνακα θα πρέπει να εξετάζεται η χρήση του κτιρίου, η συνεισφορά του υαλοπίνακα στην εξοικονόμηση ενέργειας σε ετήσια βάση και η συνεπαγόμενη οικονομικότητα του συστήματος (κόστος-όφελος, χρόνος απόσβεσης). Ιδιαίτερη προσοχή κατά την επιλογή απαιτείται ώστε τα θερμικά και οπτικά χαρακτηριστικά του υαλοπίνακα, τα οποία θα επιλεγούν με κριτήριο τη συμπεριφορά του στη θέρμανση και στο δροσισμό του κτιρίου, να εξασφαλίζουν, μαζί με το συνολικό σχεδιασμό των ανοιγμάτων και τις απαιτήσεις σε φυσικό φωτισμό των χώρων.

2.2.8 Θερμική συμπεριφορά υαλοπινάκων

Η θερμική άνεση εξαρτάται από διάφορες παραμέτρους κάποιες από τις οποίες αναφέρονται στο άτομο και οι υπόλοιπες στον περιβάλλοντα χώρο. Μια από τις πιο σημαντικές φυσικές παραμέτρους είναι η επιφανειακή θερμοκρασία των στοιχείων που περικλείονται σ' ένα χώρο. Η θερμοκρασία στην επιφάνεια του υαλοπίνακα είναι συνήθως διαφορετική από την θερμοκρασία αέρα του εσωτερικού χώρου. Η διαφορά αυτή εξαρτάται από την θερμική συμπεριφορά του υαλοπίνακα και επηρεάζει σημαντικά το αίσθημα της άνεσης των ατόμων που βρίσκονται κοντά στους υαλοπίνακες.

1. Συμβατικοί μονοί υαλοπίνακες

Οι συγκεκριμένοι υαλοπίνακες αν και χρησιμοποιούνται συχνά στην Ελλάδα η θερμική τους συμπεριφορά δεν συμφωνεί με τον ελληνικό κανονισμό θερμομόνωσης κτιρίων. Σε σύγκριση με τους άλλους τύπους υαλοπίνακα παρουσιάζει την υψηλότερη ανταλλαγή ενέργειας μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος ενώ επιτρέπει την μέγιστη εισχώρηση σε φυσικό φως.

2. Συμβατικοί διπλοί υαλοπίνακες

Οι διπλοί υαλοπίνακες αποτελούνται από δυο φύλλα, γυαλιού, τα οποία διαχωρίζονται από ένα στρώμα αέρα. Σε σύγκριση με το σύστημα μονής υάλωσης οι διπλοί υαλοπίνακες περιορίζουν τις θερμικές απώλειες λόγω της θερμομονωτικής ιδιότητας του αέρα στο διάκενο.

Επιπλέον παρουσιάζουν υψηλή διαπερατότητα σε φυσικό φως.

3. Διπλοί ενεργειακοί υαλοπίνακες χαμηλής εκπομπής (low-e)

Ένας υαλοπίνακας χαμηλής εκπομπής ενεργειακός αποτελείται από δύο υαλοπετάσματα. Το εσωτερικό υαλοπέτασμα είναι ένας συμβατικός μονός υαλοπίνακας (clear float) ενώ στην εσωτερική επιφάνεια του εξωτερικού υαλοπίνακα έχει επιστρωθεί κατά την παραγωγή του υαλοπίνακα μια επίστρωση χαμηλής εκπεμπιμότητας η οποία εμφανίζει υψηλή ανακλαστικότητα στο υπέρυθρο τμήμα της ακτινοβολίας. Συνεπώς η μετάδοση της υπέρυθρης ακτινοβολίας διαμέσου του υαλοπίνακα περιορίζεται σημαντικά οδηγώντας σε χαμηλότερες θερμικές απώλειες από το εσωτερικό προς το εξωτερικό κατά την χειμερινή περίοδο καθώς και τον περιορισμό των ηλιακών κερδών το καλοκαίρι.

2.2.9 Εφαρμογή

Το κτίριο που εξετάζουμε στην περίπτωση μας είναι κατασκευασμένο λίγο πριν το 1980 οπότε δεν είχε γίνει για αυτό μελέτη θερμομόνωσης, το δε μονωτικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε τότε είναι πλάκες φελλού. Αρχικά, μετά από ανάλογους υπολογισμούς εμβαδών και όγκων και, μετά από επαφή με τον υπεύθυνο μηχανολόγο μηχανικό για να δειχθεί σε τι κατάσταση βρίσκεται θερμομονωτικά και πως συγκρίνεται με την ισχύουσα νομοθεσία. Τα αποτελέσματα δείχνονται στους ακόλουθους πίνακες.

A ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ					
Ζώνη :			B		
B ΕΙΔΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ					
			ΙΣΟΓΕΙΟ	ΟΡΟΦΟΣ	ΣΥΝΟΛΟ
1	Επιφάνεια εξωτερικών τοίχων	F_{W1}		85,081	86,081
2	Επιφάνεια εξωτερικών υποστυλωμάτων -δοκών	F_{W2}		66,849	68,849
3	Επιφάνεια ανοιγμάτων (Με υαλοπίνακα)	F_{F1}		60,620	63,620
4	Επιφάνεια ανοιγμάτων (Χωρίς υαλοπίνακα)	F_{F2}			4,000
5	Επιφάνεια οροφής, δώματος	F_{D1}		321,045	326,045
6	Επιφάνεια οροφής κάτω από στέγη που δεν είναι θερμομονωμένη	F_{D2}			6,000
7	Επιφάνεια δαπέδου πάνω από κλειστό χώρο μη θερμ.	F_{G1}			7,000
8	Επιφάνεια δαπέδου πάνω στο έδαφος	F_{G2}		321,045	329,045
9	Επιφάνεια δαπέδου πάνω από ανοιχτό χώρο	F_{DL}			9,000
10	Τμήματα συνορεύοντα με χώρους χαμηλής θερμοκρασίας	F_{AB1}			10,000
		F_{AB2}			0,000
Ολική εξωτερική επιφάνεια οικοδομής		F	0,000	854,640	909,640
Όγκος οικοδομής		V	898,926		898,926
Λόγος		F/V	0,981		

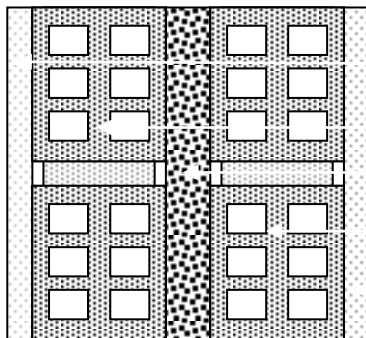
Km,max	
kcal/(m ² hC)	w/(m ² k)
0,695	0,808

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ : **ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΪΑ**

1. Υπολογισμός της αντίστασης θερμοδιαφυγής 1/Λ

	1	2	3	4
	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πάχος d m	Συντ.θερμ.αγωγ. λ=kcal/mhc	d/λ m ² hC/kal
1	επίχρισμα ασβεστοκονιάματος	0,020	0,750	0,027
2	τοίχος δρομικός	0,090	0,450	0,200
3	αέρας	0,020		0,190
4	πλάκες φελλού	0,050	0,075	0,667
5	τοίχος δρομικός	0,090	0,450	0,200
6	επίχρισμα ασβεστοκονιάματος	0,020	0,750	0,027
		0,290		1,310



Συνολική αντίσταση θερμοδιαφυγής 1/Λ= 1,310

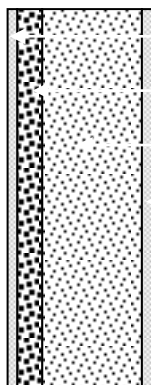
2. Αντιστάσεις θερμικής μεταβάσεως

Δομικό στοιχείο	1/ai	1/aa
1 Εξωτερικοί τοίχοι και παραθύρα	0,12	0,04
2 Στέγες, δώματα (ανερχόμενη θερμική ροή)	0,12	0,04
3 Τοίχος, όροφη που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0,12	0,12
4 Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	0,12	0,00
5 Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)	0,17	0,17
6 Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0,17	0,00
7 Δάπεδο επάνω από ανοιχτή διάβαση (pilotis)	0,17	0,04
Καθορισμός μεγέθους	0,12	0,04

3.Υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας κ

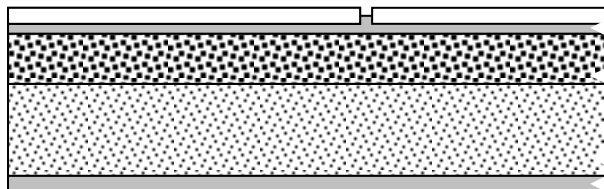
1/ai	0,120	1. Συνταλεστής Θερμοπερατότητας κ =	0,680
1/Λ	1,310		
1/aa	0,040	2. Απαιτ. Συντελ. Θερμοπερατότητας κ =	0,700
1/κ	1,470	3. Διαφορά	0,020

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ				
ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ : ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΔΟΚΟΣ ,ΤΟΙΧΕΙΟ, ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ				
1. Υπολογισμός της αντίστασης θερμοδιαφυγής 1/Λ				
	1	2	3	4
	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πάχος d m	Συντ.θερμ.αγωγ. λ=kcal/mhc	d/λ m ² hC/kal
1	επίχρισμα ασβεστοκονιάματος	0,020	0,750	0,027
2	μονωτικό υλικό	0,050	0,075	0,667
3	οπλισμένο σκυρόδεμα	0,250	1,750	0,143
4	επίχρισμα ασβεστοκονιάματος	0,020	0,750	0,027
		0,340		0,863



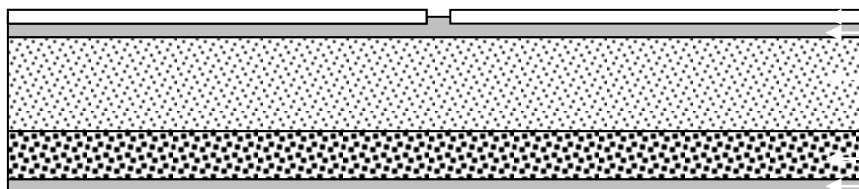
Συνολική αντίσταση θερμοδιαφυγής 1/Λ= 0,863			
2. Αντιστάσεις θερμικής μεταβάσεως			
Δομικό στοιχείο		1/ai	1/aa
1	Εξωτερικοί τοίχοι και παραθύρα	0,12	0,04
2	Στέγες, δώματα (ανερχόμενη θερμική ροή)	0,12	0,04
3	Τοίχος, όροφη που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0,12	0,12
4	Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	0,12	0,00
5	Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)	0,17	0,17
6	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0,17	0,00
7	Δάπεδο επάνω από ανοιχτή διάβαση (pilotis)	0,17	0,04
	Καθορισμός μεγέθους	0,12	0,04
3.Υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας κ			
1/ai	0.17	1. Συνταλεστής Θερμοπερατότητας κ =	1,159
1/Λ	0,863		
1/aa	0.04	2. Απαιτ. Συντελ. Θερμοπερατότητας κ =	0,700
1/κ	0,863	3. Διαφορά	-0,459

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ				
ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ : ΟΡΟΦΗ, ΔΩΜΑ				
1. Υπολογισμός της αντίστασης θερμοδιαφυγής 1/Λ				
	1	2	3	4
	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πάχος d m	Συντ.θερμ.αγωγ. λ=kcal/mhc	d/λ m ² hC/kal
1	επίχρισμα ασβεστοκονιάματος	0,020	0,750	0,027
2	οπλισμένο σκυρόδεμα	0,150	1,750	0,086
3	διογκωμένη πολυστερίνη	0,050	0,075	0,667
4	κισσηρόδεμα 1000 kg/m ³	0,100	0,300	0,333
5	τσιμεντοκονία	0,020	1,200	0,017
6	πλάκες από γαρμπιλόδεμα	0,020	0,700	0,029
		0,360		1,158



Συνολική αντίσταση θερμοδιαφυγής 1/Λ= 1,158			
2. Αντιστάσεις θερμικής μεταβάσεως			
Δομικό στοιχείο		1/ai	1/aa
1	Εξωτερικοί τοίχοι και παραθύρα	0,12	0,04
2	Στέγες, δώματα (ανερχόμενη θερμική ροή)	0,12	0,04
3	Τοίχος, όροφη που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0,12	0,12
4	Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	0,12	0,00
5	Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)	0,17	0,17
6	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0,17	0,00
7	Δάπεδο επάνω από ανοιχτή διάβαση (pilotis)	0,17	0,04
	Καθορισμός μεγέθους	0,12	0,04
3.Υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας κ			
1/ai	0,120	1. Συνταλεστής Θερμοπερατότητας κ =	0,759
1/Λ	1,158		
1/aa	0,040	2. Απαιτ. Συντελ. Θερμοπερατότητας κ =	0,500
1/κ	1,318	3. Διαφορά	-0,259

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ			
ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ :		ΔΑΠΕΔΟ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΑΝΟΙΧΤΟ ΧΩΡΟ (PILOTIS)	
1. Υπολογισμός της αντίστασης θερμοδιαφυγής 1/Λ			
1	2	3	4
Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πάχος d m	Συντ.θερμ.αγωγ. λ=kcal/mhc	d/λ m ² hC/kal
1	πλάκες μαρμάρου	0,020	0,008
2	τσιμεντοκονία	0,020	0,012
3	διογκωμένη πολυστερίνη	0,050	0,075
4	πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος	0,150	0,064
5	σκυρόδεμα καθαριότητας	0,120	0,000
		0,360	5,073



Συνολική αντίσταση θερμοδιαφύγης 1/Λ= 0,240			
2. Αντιστάσεις θερμικής μεταβάσεως			
Δομικό στοιχείο		1/ai	1/aa
1	Εξωτερικοί τοίχοι και παραθύρα	0,12	0,04
2	Στέγες, δώματα (ανερχόμενη θερμική ροή)	0,12	0,04
3	Τοίχος, όροφη που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0,12	0,12
4	Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	0,12	0,00
5	Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)	0,17	0,17
6	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0,17	0,00
7	Δάπεδο επάνω από ανοιχτή διάβαση (pilotis)	0,17	0,04
	Καθορισμός μεγέθους	0,12	0,04
3. Υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας κ			
1/ai	0,17	1. Συνταλεστής Θερμοπερατότητας κ =	3,571
1/Λ	0,240		
1/aa	0,040	2. Απαιτ. Συντελ. Θερμοπερατότητας κ =	1,900
1/κ	0,280	3. Διαφορά	-1,671

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΟΡΟΦΟΥ			ΟΡΟΦΟΣ				
ΑΠΟΔΕΙΞΗ : $K_m(w,F) = (\sum(K_w \cdot f_w) + \sum(K_f \cdot F_f)) / \sum(F_w + F_f) \leq 1.6 \text{ kcal}/(m^2hC)$							
ΟΡΟΦΟΣ :							
	1	2	3	4	5		6
	ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΣΥΝΤΟΜΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ F m ²	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ K		K*F kcal/(hC)
1	ΤΟΙΧΟΣ	ΕΞΩΤ. ΤΟΙΧΟΠ. ΔΟΚΟΣ - ΤΟΙΧ. - ΥΠΟΣΤ.	W1	85,081	Μεταφορά των φύλλων 1.1 και επόμενα	0,680	57,878
			W2	66,849		1,159	77,474
			W3				0,000
			W4				0,000
			W5				0,000
2	ΑΝΟΙΓΜΑ	ΠΑΡΑΘΥΡΑ- ΜΠΑΛΚΟΝΟΠΟΡΤΕΣ	F1	60,620	Επιλογή Kf από πίνακα 2	4,500	272,790
			F2				0,000
			F3				0,000
			F4				0,000
			F5				0,000
				212,550			408,142
$K_m(w,f) = 1,920 \leq 1.6 \text{ kcal}/(m^2hC)$							

ΤΥΠΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑ	ΥΛΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟΥ			
	ΞΥΛΟ-ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ		ΧΑΛΥΒΑΣ -ΜΕΤΑΛΛΑ	
	kcal/(m ² hC)	W/(m ² K)	kcal/(m ² hC)	W/(m ² K)
1 Απλός υαλοπίνακας	4,5	5,23	5,0	5,81
2 Δίδυμος μονώτικος υαλοπίνακας με διάκενο 6mm	2,9	3,26	3,2	3,72

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΛΗΜΑΤΟΣ

ΑΠΟΔΕΙΞΗ :

$$K_m = (K_W * F_W + K_F * F_F + 0.80 * K_D * F_D + K_D * F_D + K_G * F_G + K_{DL} * F_{DL} + 0.50 * K_{AB} * F_{AB}) / (\Sigma(F_W + F_F + F_D + F_G + F_{DL} + F_{AB})) \leq K_{m, \max}$$

1	2	3	4	5 (3*4)	6	7 (5*6)
ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΣΥΝΤΟΜΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ F m ²	ΣΥΝΤ. ΘΕΡΜΟΠ. k kcal/(m ² hC)	k*F kcal/(hC)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ	K*F kcal/(hC)
ΑΡ. ΦΥΛΛΟΥ 2.1		212,550	1,920	408,142	1,00	408,142
ΟΡΟΦΗ, ΔΩΜΑ	D1	321,045	0,759	243,655	1,00	243,655
ΟΡΟΦΗ ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΣΤΕΓΗ ΠΟΥ ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΜΕΝΗ	D2			0,000	0,80	0,000
ΔΑΠΕΔΟ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΚΛΕΙΣΤΟ ΧΩΡΟ ΜΗ ΘΕΡΜ.	G1			0,000	0,50	0,000
ΔΑΠΕΔΟ ΠΑΝΩ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ	G2			0,000	0,50	0,000
ΔΑΠΕΔΟ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΑΝΟΙΧΤΟ ΧΩΡΟ (ΡΙΛΟΤΙΣ)	DL	321,045	0,196	62,786	1,00	62,786
ΤΜΗΜΑΤΑ ΣΥΝΟΡΕΥΟΝΤΑ ΜΕ ΧΩΡΟΥΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	AB1			0,000	0,50	0,000
	AB2			0,000	0,50	0,000
		854,640				714,583

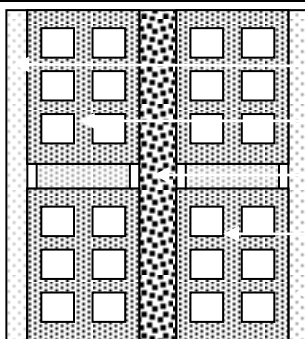
$$k_m = \frac{714,583}{854,640} = \mathbf{0,836} \quad \text{kcal}/(\text{m}^2\text{hC})$$

$$k_{m, \max} = 0,695 \quad \text{kcal}/(\text{m}^2\text{hC})$$

$$k_m < k_{m, \max}$$

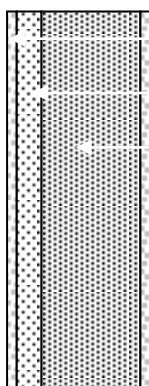
Άρα βλέπουμε πως το κτίριο ως έχει δεν είναι σε συμφωνία με τον ισχύων κανονισμό θερμομόνωσης. Έχοντας μελετήσει για διάφορα θερμομονωτικά υλικά επιλέγουμε να βελτιώσουμε την μόνωση του κτιρίου χρησιμοποιώντας πλάκες εξηλασμένης πολυστερίνης εφαρμοσμένες στο εξωτερικό περίβλημα του κτιρίου. Η πρακτική αυτή είναι συνηθισμένη και συνήθως δίνει καλά αποτελέσματα. Μετά από καινούργια θερμομονωτική μελέτη με τα νέα δεδομένα βγαίνουν τα ακόλουθα αποτελέσματα.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ				
ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ : ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΪΑ				
1. Υπολογισμός της αντίστασης θερμοδιαφυγής 1/Λ				
1	2	3	4	
Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πάχος d m	Συντ.θερμ.αγωγ. λ=kcal/mhc	d/λ m ² hC/kal	
1	επίχρισμα ασβεστοκονιάματος	0,020	0,750	0,027
2	τοίχος δρομικός	0,090	0,450	0,200
3	αέρας	0,020		0,190
4	διογκωμένη πολυστερίνη	0,050	0,075	0,667
5	τοίχος δρομικός	0,090	0,450	0,200
6	επίχρισμα ασβεστοκονιάματος	0,020	0,750	0,027
7	εξηλασμένη πολυστερίνη	0,050	0,029	1,724
8	επίχρισμα ασβεστοκονιάματος	0,020	0,750	0,027
		0,360		3,061



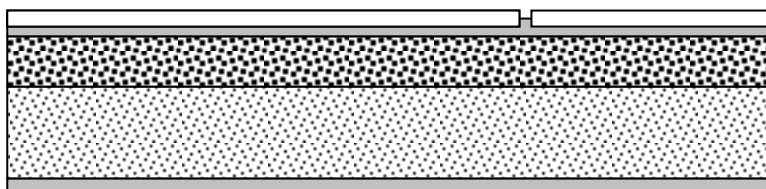
		Συνολική αντίσταση θερμοδιαφυγής 1/Λ= 3,061		
2. Αντιστάσεις θερμικής μεταβάσεως				
Δομικό στοιχείο		1/ai	1/aa	1/aa
1	Εξωτερικοί τοίχοι και παραθύρα	0,12	0,04	0,04
2	Στέγες, δώματα (ανερχόμενη θερμική ροή)	0,12	0,04	0,04
3	Τοίχος, όροφη που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0,12	0,12	0,12
4	Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	0,12	0,00	0,00
5	Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)	0,17	0,17	0,17
6	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0,17	0,00	0,00
7	Δάπεδο επάνω από ανοιχτή διάβαση (pilotis)	0,17	0,04	0,04
	Καθορισμός μεγέθους	0,12	0,04	0,04
3.Υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας κ				
1/ai	0,040	1. Συνταλεστής Θερμοπερατότητας κ =	0,310	0,310
1/Λ	3,061			
1/aa	0,040	2. Απαιτ. Συντελ. Θερμοπερατότητας κ =	0,700	0,700
1/κ	3,141	3. Διαφορά	0,390	0,390

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ				
ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΔΟΚΟΣ ,ΤΟΙΧΕΙΟ, ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ : ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ				
1. Υπολογισμός της αντίστασης θερμοδιαφυγής 1/Λ				
	1	2	3	4
	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πάχος d m	Συντ.θερμ.αγωγ. λ=kcal/mhc	d/λ m ² hC/kal
1	επίχρισμα ασβεστοκονιάματος	0,020	0,750	0,027
2	μονωτικό υλικό	0,050	0,075	0,667
3	οπλισμένο σκυρόδεμα	0,250	1,750	0,143
4	επίχρισμα ασβεστοκονιάματος	0,020	0,750	0,027
5	εξηλασμένη πολυστερίνη	0,050	0,029	1,724
6	επίχρισμα ασβεστοκονιάματος	0,020	0,750	0,027
		0,410		2,614



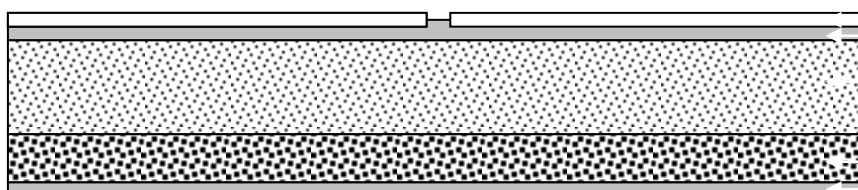
Συνολική αντίσταση θερμοδιαφύγης 1/Λ= 2,614			
2. Αντιστάσεις θερμικής μεταβάσεως			
Δομικό στοιχείο		1/ai	1/aa
1	Εξωτερικοί τοίχοι και παραθύρα	0,12	0,04
2	Στέγες, δώματα (ανερχόμενη θερμική ροή)	0,12	0,04
3	Τοίχος, όροφη που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0,12	0,12
4	Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	0,12	0,00
5	Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)	0,17	0,17
6	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0,17	0,00
7	Δάπεδο επάνω από ανοιχτή διάβαση (pilotis)	0,17	0,04
	Καθορισμός μεγέθους	0,12	0,04
3.Υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας κ			
1/ai	0,000	1. Συνταλεστής Θερμοπερατότητας κ =	0,383
1/Λ	2,614		
1/aa	0.17	2. Απαιτ. Συντελ. Θερμοπερατότητας κ =	0,700
1/κ	2,614	3. Διαφορά	0,317

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ				
ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ : ΟΡΟΦΗ, ΔΩΜΑ				
1. Υπολογισμός της αντίστασης θερμοδιαφυγής 1/Λ				
	1	2	3	4
	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πάχος d m	Συντ.θερμ.αγωγ. λ=kcal/mhc	d/λ m ² hC/kal
1	επίχρισμα ασβεστοκονιάματος	0,020	0,750	0,027
2	οπλισμένο σκυρόδεμα	0,150	1,750	0,086
3	διογκωμένη πολυστερίνη	0,050	0,075	0,667
4	κισσηρόδεμα 1000 kg/m ³	0,100	0,300	0,333
5	τσιμεντοκονία	0,020	1,200	0,017
6	πλάκες από γαρμπιλόδεμα	0,020	0,700	0,029
7	εξηλασμένη πολυστερίνη	0,050	0,029	1,724
8	επίχρισμα ασβεστοκονιάματος	0,020	0,750	0,027
		0,410		2,908



Συνολική αντίσταση θερμοδιαφύγης 1/Λ= 2,908			
2. Αντιστάσεις θερμικής μεταβάσεως			
Δομικό στοιχείο		1/ai	1/aa
1	Εξωτερικοί τοίχοι και παραθύρα	0,12	0,04
2	Στέγες, δώματα (ανερχομένη θερμική ροή)	0,12	0,04
3	Τοίχος, όροφη που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0,12	0,12
4	Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	0,12	0,00
5	Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)	0,17	0,17
6	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0,17	0,00
7	Δάπεδο επάνω από ανοιχτή διάβαση (pilotis)	0,17	0,04
	Καθορισμός μεγέθους	0,12	0,04
3.Υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας κ			
1/ai	0,120	1. Συνταλεστής Θερμοπερατότητας κ =	0,326
1/Λ	2,908		
1/aa	0,040	2. Απαιτ. Συντελ. Θερμοπερατότητας κ =	0,500
1/κ	3,068	3. Διαφορά	0,174

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ				
ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ : ΔΑΠΕΔΟ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΑΝΟΙΧΤΟ ΧΩΡΟ (ΡΙΛΟΤΙΣ)				
1. Υπολογισμός της αντίστασης θερμοδιαφυγής 1/Λ				
	1	2	3	4
	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πάχος d m	Συντ.θερμ.αγωγ. λ=kcal/mhc	d/λ m ² hC/kal
1	πλάκες μαρμάρου	0,020	0,008	2,500
2	τσιμεντοκονία	0,020	0,012	1,667
3	διογκωμένη πολυστερίνη	0,050	0,075	0,667
4	πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος	0,150	0,064	0,240
5	σκυρόδεμα καθαριότητας	0,120	0,000	0,000
6	εξηλασμένη πολυστερίνη	0,050	0,029	1,724
7	επίχρισμα ασβεστοκονιάματος	0,020	0,750	0,027
		0,430		6,824



Συνολική αντίσταση θερμοδιαφύγης 1/Λ= 6,824			
2. Αντιστάσεις θερμικής μεταβάσεως			
Δομικό στοιχείο		1/ai	1/aa
1	Εξωτερικοί τοίχοι και παραθύρα	0,12	0,04
2	Στέγες, δώματα (ανερχομένη θερμική ροή)	0,12	0,04
3	Τοίχος, όροφη που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0,12	0,12
4	Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	0,12	0,00
5	Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)	0,17	0,17
6	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0,17	0,00
7	Δάπεδο επάνω από ανοιχτή διάβαση (pilotis)	0,17	0,04
	Καθορισμός μεγέθους	0,12	0,04
3.Υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας κ			
1/ai	0,17	1. Συνταλεστής Θερμοπερατότητας κ =	0,146
1/Λ	6,824		
1/aa	0,040	2. Απαιτ. Συντελ. Θερμοπερατότητας κ =	1,900
1/κ	6,864	3. Διαφορά	1,754

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΟΡΟΦΟΥ ΟΡΟΦΟΣ							
ΑΠΟΔΕΙΞΗ : $K_m(w,F) = (\sum(K_w \cdot f_w) + \sum(K_f \cdot F_f)) / \sum(F_w + F_f) \leq 1.6 \text{ kcal}/(\text{m}^2\text{hC})$							
ΟΡΟΦΟΣ :							
	1	2	3	4	5	6	
	ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΣΥΝΤΟΜ Η ΟΝΟΜΑΣ ΙΑ	ΕΠΙΦΑΝΕ ΙΑ F m ²	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗ ΤΑΣ Κ	K*F kcal/(h C)	
1	ΤΟΙΧΟΣ	ΕΞΩΤ. ΤΟΙΧΟΠ. ΔΟΚΟΣ - ΤΟΙΧ. - ΥΠΟΣΤ.	W1	85,081	Μεταφορά των φύλλων 1.1 και επόμενα	0,310	26,637
			W2	66,849		0,383	25,840
			W3				0,000
			W4				0,000
			W5				0,000
2	ΑΝΟΙΓΜΑ	ΠΑΡΑΘΥΡΑ - ΜΠΑΛΚΟΝΟΠΟΡ ΤΕΣ	F1	60,620	Επιλογή Kf από πίνακα 2	2,900	175,79 8
			F2				0,000
			F3				0,000
			F4				0,000
			F5				0,000
				212,550			228,27 5
$K_m(w,f) = \mathbf{1,072} \leq 1.6 \text{ kcal}/(\text{m}^2\text{hC})$							

	ΤΥΠΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑ	ΥΛΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟΥ			
		ΞΥΛΟ-ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ		ΧΑΛΥΒΑΣ -ΜΕΤΑΛΛΑ	
		kcal/(m ² hC)	W/(m ² K)	kcal/(m ² hC)	W/(m ² K)
1	Απλός υαλοπίνακας	4,5	5,23	5,0	5,81
2	Δίδυμος μονώτικος υαλοπίνακας με διάκενο 6mm	2,9	3,26	3,2	3,72

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΛΗΜΑΤΟΣ

ΑΠΟΔΕΙΞΗ :

$$K_m = (K_w * F_w + K_f * F_f + 0.80 * K_D * F_D + K_D * F_D + K_G * F_G + K_{DL} * F_{DL} + 0.50 * K_{AB} * F_{AB}) / (\Sigma(F_w + F_f + F_D + F_G + F_{DL} + F_{AB})) \leq K_{m \max}$$

1	2	3	4	5 (3*4)	6	7 (5*6)
ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΣΥΝΤΟΜΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ F m ²	ΣΥΝΤ. ΘΕΡΜΟΠ. k kcal/(m ² hC)	k*F kcal/(hC)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ	K*F kcal/(hC)
ΑΡ. ΦΥΛΛΟΥ 2.1		212,550	1,072	228,275	1,00	228,275
ΟΡΟΦΗ, ΔΩΜΑ	D1	321,045	0,326	105,546	1,00	105,546
ΟΡΟΦΗ ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΣΤΕΓΗ ΠΟΥ ΔΕΝ ΕΊΝΑΙ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΜΕΝΗ	D2			0,000	0,80	0,000
ΔΑΠΕΔΟ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΚΛΕΙΣΤΟ ΧΩΡΟ ΜΗ ΘΕΡΜ. (ΟΡΟΦΗ ΥΠΟΓΕΙΟΥ)	G1			0,000	0,50	0,000
ΔΑΠΕΔΟ ΠΑΝΩ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ	G2			0,000	0,50	0,000
ΔΑΠΕΔΟ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΑΝΟΙΧΤΟ ΧΩΡΟ (ΡΙΛΟΤΙΣ)	DL	321,045	0,146	46,954	1,00	46,954
ΤΜΗΜΑΤΑ ΣΥΝΟΡΕΥΟΝΤΑ ΜΕ ΧΩΡΟΥΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	AB1			0,000	0,50	0,000
	AB2			0,000	0,50	0,000
		854,640				379,191

$$k_m = \frac{379,191}{854,640} = \mathbf{0,446} \text{ kcal}/(\text{m}^2\text{hC})$$

$$k_{m,\max} = 0,695 \text{ kcal}/(\text{m}^2\text{hC})$$

$$k_m < k_{m,\max}$$

Άρα με την προσθήκη της καινούργιας μόνωσης παρατηρούμε πως συμμορφώνεται με την ισχύουσα νομοθεσία περί θερμομόνωσης κτιρίων.

Στην συνέχεια υπολογίζουμε το συνολικό κόστος για την αγορά και τοποθέτηση της επιπλέον μόνωσης. Θεωρούμε το κόστος αγοράς και εργατικών για εξηλασμένη πολυστερίνη ίσο με 17 ευρώ ανά τετραγωνικό μέτρο και κόστος αντικατάστασης παραθύρων-κουφώματος ίσο με 24,2 ευρώ ανά τετραγωνικό μέτρο. Σύμφωνα με τον τύπο για τις θερμικές απώλειες :

$$Q = A * k * \Delta t * h$$

όπου Q οι θερμικές απώλειες (Wh), A το εμβαδόν στην εκάστοτε περίπτωση (m²), k ο συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου(W/m²K), Δt η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού χώρου (K)και h το χρονικό διάστημα (h), βρίσκουμε τις θερμικές απώλειες κάθε δομικού στοιχείου στην πάροδο ενός έτους.

Κατόπιν παίρνοντας σαν κατώτατο θερμαντικό αποτέλεσμα πετρελαίου τα 10,08 kWh/lt και ετήσιο βαθμό απόδοσης 0,85 καθώς και την τιμή του πετρελαίου σαν 0,7 ευρώ/lt βρίσκουμε το ετήσιο κόστος σε ευρώ των θερμικών απωλειών πριν και μετά την αλλαγή στην θερμομόνωση.

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

	Εξωτερική τοιχοποιεία	Οροφή	Πιλοτή	Παράθυρα
Εμβαδόν (m²)	85,081	321,045	321,045	60,620
Κόστος εξηλασμένης/παραθύρων (ευρώ)	1446,377	5457,765	5457,765	1467,004
k πριν τις αλλαγές (kcal/m²hC)	0,680	0,759	0,196	4,500
k μετά τις αλλαγές (kcal/m²hC)	0,310	0,326	0,146	2,900
Q παλιό (kcal/h)	10140266,122	42688426,599	11000081,617	47792808,000
Q καινούργιο (kcal/h)	4628095,480	18330938,130	8194340,581	30799809,600
Ετήσια Κατανάλωση παλιά (ευρώ)	963,491	4056,098	1045,187	4541,098
Ετήσια Κατανάλωση καινούργια (ευρώ)	439,745	1741,739	778,596	2926,485
Εξοικονόμηση (ευρώ)	523,746	2314,359	266,591	1614,613

2.3 Εξοικονόμηση Ενέργειας Μέσω Της Αναβάθμισης Των Συστημάτων Θέρμανσης

Ο τομέας της θέρμανσης αποτελεί αναμφισβήτητα ένα σημαντικό κομμάτι για την ποιότητα της καθημερινής ζωής, είτε βρισκόμαστε στον εργασιακό μας χώρο, μέσα στον οποίο περνάμε σημαντικό διάστημα του χρόνου, είτε στην κατοικία. Η σωστή επιλογή, η ακριβής μελέτη, η προσεγμένη κατασκευή και τέλος η τακτική συντήρηση είναι οι τέσσερις βασικοί άξονες πάνω στους οποίους στηρίζεται μια επιτυχημένη θέρμανση, της οποίας τα βασικά χαρακτηριστικά είναι η εξασφάλιση, όσο το δυνατόν, ιδανικών συνθηκών άνεσης στους χώρους, η οικονομική λειτουργία και η μεγάλη διάρκεια ζωής και αξιοπιστία. Οι τελευταίες εξελίξεις της ενεργειακής παγκόσμιας κρίσης καθώς και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκάλεσε η αλόγιστη καύση υδρογονανθράκων από την βιομηχανική επανάσταση μέχρι σήμερα (φαινόμενο του θερμοκηπίου, τρύπα του όζοντος) άλλαξαν δραστικά τις τεχνολογικές εξελίξεις σε όλους τους τομείς που σχετίζονται με την ενέργεια, οδηγώντας τους σχεδιαστές και τους μελετητές στα δύσβατα μονοπάτια του ενεργειακού σχεδιασμού. Στην Ευρώπη, ο κτιριακός τομέας ευθύνεται πλέον για το 42% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας (η ενέργεια αυτή καταναλώνεται για την θέρμανση, το δροσισμό, τον φωτισμό, το μαγείρεμα και τις λοιπές ηλεκτρικές χρήσεις στα κτίρια), η οποία προκαλεί περίπου το 50% των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και το 35% όλων των εκπομπών αερίων στην ατμόσφαιρα, εκπομπές που εντείνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου και προκαλούν την κλιματική αλλαγή.

Τα στάδια ολοκλήρωσης της θέρμανσης ενός κτιρίου είτε πρόκειται για εργασιακό χώρο είτε κατοικία είναι ξεκινούν με την επιλογή της θέρμανσης ως προς το είδος (θέρμανση ακτινοβολίας μεταβίβασης ή συνδυασμένης) και ως προς την καύσιμη ύλη (πετρέλαιο, φυσικό αέριο, ηλεκτρικό ρεύμα, ξύλο, προϊόν βιομάζας κλπ.). Στη συνέχεια γίνεται η μελέτη που χωρίζεται σε στάδια με βασικότερο τον υπολογισμό θερμικών απωλειών του κτιρίου (λαμβάνοντας υπόψη κρίσιμα στοιχεία όπως θερμομόνωση, προσανατολισμό, καιρικές συνθήκες, υψόμετρο κ.α.). Τέλος είναι το στάδιο της κατασκευής της οποίας η ποιότητα εξαρτάται από το έμπειρο τεχνικό προσωπικό που αναλαμβάνει την εγκατάσταση και βέβαια από την ποιότητα (πιστοποιήσεις και προδιαγραφές) των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν (σωληνώσεις, εξαρτήματα, αεραγωγοί, καυστήρες κλπ.). Μία επιπλέον παράμετρος είναι βέβαια και η συντήρηση που ακολουθεί ανάλογα με το είδος της θέρμανσης και την λειτουργία της και είναι επιτακτική ανάγκη όχι μόνο για την αύξηση της διάρκειας ζωής της αλλά και της αποδοτικότερης και υγιεινής λειτουργίας της.

2.3.1 Κεντρική θέρμανση με πετρέλαιο

Κεντρική θέρμανση ονομάζεται η παραγωγή θερμότητας για τη θέρμανση χώρων ή/και την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης από ένα κεντρικό σύστημα εγκατεστημένο σε ένα κτίριο (ή σύνολο κτιρίων) για το σκοπό αυτό. Το κεντρικό αυτό σύστημα αποτελείται από ένα σύνολο αλληλοσυνδεδεμένων συσκευών και οργάνων, και συγκεκριμένα από το λέβητα, τον καυστήρα, τον κυκλοφορητή, τη δεξαμενή καυσίμων, τις διατάξεις ασφαλείας, τις σωληνώσεις, την καπνοδόχο και τα θερμαντικά σώματα. Η ενέργεια που παράγεται μεταφέρεται στους διάφορους χώρους μέσω ενός θερμαντικού μέσου (νερό, ατμός, αέρας) ενώ η διανομή επιτυγχάνεται μέσω ενός δικτύου σωληνώσεων ή αεραγωγών, ή ακόμη και με συνδυασμό και των δύο. Τα θερμαντικά σώματα είναι ο πιο δημοφιλής τρόπος εκπομπής της θερμότητας σε κατοικίες αφού είναι σχετικά εύκολη και οικονομική η τοποθέτησή τους. Λειτουργούν με θερμοκρασία εισόδου νερού 85-90 °C το οποίο εισέρχεται στα σώματα μέσω τετράοδων διακοπών ανοικτού ή κλειστού βρόγχου. Το παλιό δισωλήνιο σύστημα δεν εφαρμόζεται πια σχεδόν ποτέ, αφού δεν επιτρέπει την αυτονομία, (συναντιέται σε πολυκατοικίες παλαιότερες των 20 ετών) παρόλο που είναι πιο οικονομική η εγκατάστασή του σχετικά με το μονοσωλήνιο. Το μονοσωλήνιο σύστημα αντίθετα είναι πιο δημοφιλές αφού με την χρήση ηλεκτροβάνας και μετρητή, προσφέρει δυνατότητα αυτονομίας και μέτρησης της κατανάλωσης ανά διαμέρισμα

Όπως και σε κάθε άλλη λειτουργία στην οποία υπάρχει καύση, το πετρέλαιο που καίγεται εκπέμπει στην ατμόσφαιρα καυσαέρια που περιέχουν κυρίως Αιθάλη (καπνό), Διοξείδιο του θείου (SO₂), Οξειδία του αζώτου (NO_x), Μονοοξείδιο του άνθρακα, Υδρογονάνθρακες (HC) ουσίες, δηλαδή, που δημιουργούν ατμοσφαιρική ρύπανση.

Καθοριστική παράμετρος της καλής και οικονομικής λειτουργίας μιας εγκατάστασης κεντρικής θέρμανσης είναι ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης. Σε μια ορισμένη ποσότητα πετρελαίου, που καταναλώνουμε, αντιστοιχεί παραγωγή μιας μέγιστης ποσότητας θερμότητας, που μεταφέρεται στο νερό του λέβητα. Στην πράξη, το σύστημα καυστήρα - λέβητα ποτέ δεν μπορεί να εκμεταλλευτεί ολόκληρη αυτή τη θερμογόνα δύναμη του πετρελαίου, αλλά μόνο ένα ποσοστό (βαθμός απόδοσης).

Για το παρόν κτίριο εξετάστηκαν διάφορες διατάξεις εξοικονόμησης ενέργειας για την λειτουργία της θέρμανσης. Λόγω τοποθεσίας το φυσικό αέριο δεν υφίσταται σαν μέθοδος, ενώ άλλες διατάξεις όπως η ενδοδαπέδια θέρμανση είτε υδραυλική είτε ηλεκτρική κρίθηκαν στα αρχικά κιάλας στάδια ασύμφωρες. Οπότε στα πλαίσια του βιοκλιματικού σχεδιασμού, η λύση που εξετάστηκε διεξοδικά είναι αυτή των αντλιών θερμότητας, και ειδικότερα αυτών με εκμετάλλευση της γεωθερμίας.

2.3.2 Αντλία Θερμότητας

Η αντλία θερμότητας είναι μία θερμική μηχανή η οποία λειτουργεί με βάση τη μεταφορά ή την άντληση θερμότητας από ένα απομονωμένο σύστημα σε ένα άλλο. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για ψύξη όσο και για θέρμανση. Η αρχή λειτουργίας της είναι ότι έχει τη δυνατότητα να αναστρέφει την διαδικασία μεταφοράς θερμότητας από ένα σημείο σε ένα άλλο. Οι αντλίες θερμότητας «αντλούν» θερμότητα (με τη μορφή ψύξης ή θέρμανσης) από μια δεξαμενή θερμότητας (αέρας περιβάλλοντος, δεξαμενή νερού, υπόγεια νερά, λίμνη κλπ) προς ένα χώρο, μέσω ενός κύκλου εξάτμισης και συμπύκνωσης ενός εργαζόμενου μέσου, με την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.

Η αρχή της λειτουργίας της αντλίας θερμότητας με σύμμαχο τα στοιχεία της φύσης (ήλιος, αέρας, έδαφος και νερό) βασίζεται στο ότι η συσκευή καταφέρνει να μεταφέρει θερμότητα από κάποιο όριο θερμοκρασίας σε ένα υψηλότερο. Οι αντλίες θερμότητας απορροφούν περίπου το 75% της απαιτούμενης ενέργειας για θέρμανση και ψύξη από το περιβάλλον. Το υπόλοιπο 25% το παίρνουμε με την μορφή της ηλεκτρικής ενέργειας και έτσι πετυχαίνουμε θερμική άνεση 100%.

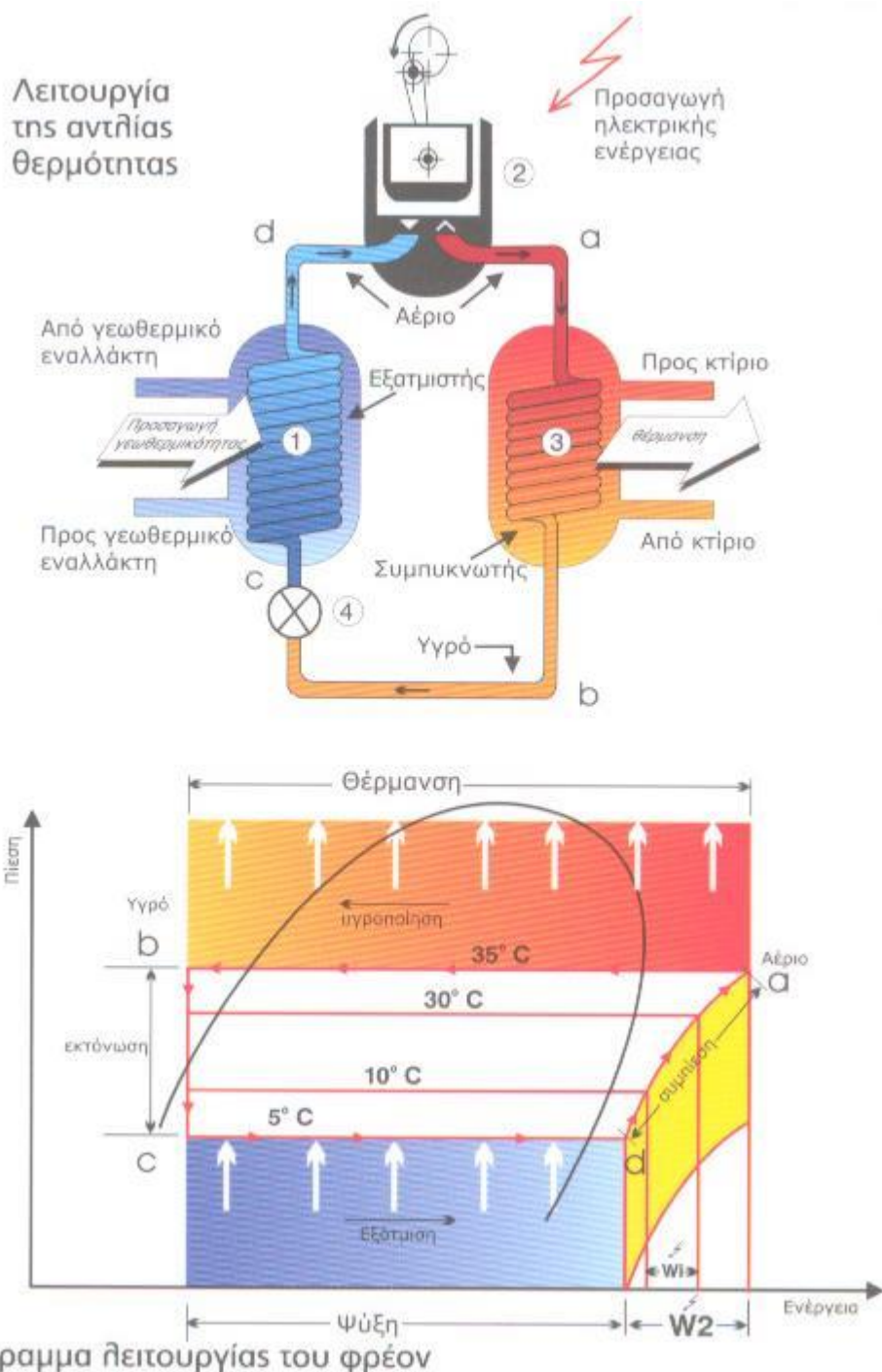
Επιπλέον, οι αντλίες θερμότητας έχουν πολύ καλύτερη ενεργειακή απόδοση από άλλα συστήματα θέρμανσης. Και ο λόγος που συμβαίνει αυτό είναι απλός: αντί να καταναλώνει καύσιμα, αυτό που κάνει είναι να "μεταφέρει τη θερμότητα". Για το λόγο αυτό οι αντλίες θερμότητας είναι μέχρι πέντε φορές περισσότερο αποδοτικές, από πλευράς ενέργειας, από άλλα συστήματα θέρμανσης.

Η αντλία θερμότητας, επίσης, επιτρέπει την αναστροφή του κύκλου του ψυκτικού. Η αντλία θερμότητας αντλεί ενέργεια από το εξωτερικό περιβάλλον και μεταφέρει τη θερμότητα στο εσωτερικό. Η ίδια αρχή ισχύει και σε πολύ κρύες ημέρες, με θερμοκρασίες κάτω από -5°C, -10°C, ή και -15°C, ανάλογα με τον τύπο του κλιματιστικού συστήματος που χρησιμοποιείται.

Συνεπώς, οι μονάδες αντλίας θερμότητας καταργούν την ανάγκη άλλου συστήματος θέρμανσης και επιτρέπουν την ψύξη και θέρμανση του χώρου με την ίδια μονάδα, εξοικονομώντας παράλληλα κόστος και ενέργεια καθ'όλη τη διάρκεια του χρόνου.

Οι αντλίες θερμότητας έχουν ιδιαίτερα οικονομική λειτουργία καθώς χρησιμοποιούν την θερμική ενέργεια του περιβάλλοντος για να αποδώσουν το θερμικό ή ψυκτικό τους έργο.

Σημαντικό χαρακτηριστικό τους είναι η δυνατότητα λειτουργίας τόσο για την παραγωγή θέρμανσης όσο και ψύξης. Έτσι, με μία κεντρική μονάδα μπορεί να αντικατασταθεί ένας αριθμός άλλων θερμικών συσκευών, για θέρμανση και ψύξη, οδηγώντας σε ολοκληρωμένες λύσεις κλιματισμού. Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται περιγραφικά η λειτουργία μιας αντλίας θερμότητας με γεωθερμία καθώς και το διάγραμμα λειτουργίας του φρέον.



Διακρίνουμε δύο είδη λειτουργίας:

Λειτουργία ψύξης (καλοκαίρι) : Η αντλία θερμότητας «αντλεί» θερμότητα από το εσωτερικό του κτιρίου και την απορρίπτει σε εξωτερική "δεξαμενή" θερμότητας (αέρας / έδαφος). Όσο μικρότερη είναι η θερμοκρασία της εξωτερικής δεξαμενής θερμότητας τόσο μεγαλύτερη είναι η απόδοση της αντλίας θερμότητας.

Λειτουργία θέρμανσης (χειμώνας) : Η αντλία θερμότητας «αντλεί» θερμότητα από εξωτερική πηγή θερμότητας (αέρας / έδαφος) και την προσάγει στο εσωτερικό του κτιρίου. Όσο μεγαλύτερη είναι η θερμοκρασία της εξωτερικής πηγής θερμότητας τόσο μεγαλύτερη είναι η απόδοση της αντλίας θερμότητας.

Το σημαντικότερο πρόβλημα στην αποδοτική χρήση αντλιών θερμότητας είναι η εξασφάλιση μιας πηγής θερμότητας, που να παρέχει θερμική ενέργεια με σταθερή ισχύ και σταθερή θερμοκρασία καθ' όλη τη διάρκεια της λειτουργίας της. Για την εξασφάλιση της πηγής αυτής υπάρχουν για ένα κτίριο τέσσερις επιλογές:

- Οι αέριες μάζες που περιβάλλουν το κτίριο
- Οι τυχόν υπάρχουσες επιφανειακές υδάτινες μάζες
- Οι τυχόν υπάρχουσες υπόγειες υδάτινες μάζες
- Οι υπεδαφικές μάζες

Επιλογές οι οποίες διαχωρίζουν τις αντλίες θερμότητας σε τεχνολογίες όπως:

- Α) αέρα – νερού
- Β) νερού - νερού
- Γ) εδάφους - νερού και
- Δ) άμεσης εκτόνωσης, αέρα – αέρα

Στις περιπτώσεις Β, Γ και Δ χρησιμοποιείται νερό για τη μεταφορά της θερμότητας από την πηγή στην αντλία θερμότητας. Η συσκευή αυτή είναι σχεδιασμένη να δέχεται νερό αντί αέρα, έχει απλούστερη κατασκευή και εξάλλου, έναντι του αέρα, το νερό έχει σαφή πλεονεκτήματα ως φορέας θερμότητας, κυρίως λόγω της μεγαλύτερης θερμοχωρητικότητας του και της σταθερής πυκνότητάς του. Οι αέριες μάζες (αντλίες θερμότητας αέρα – νερού) είναι η κατασκευαστικά πιο εύκολη λύση, αλλά η μεγάλη αστάθεια της θερμοκρασίας τους έχει ως συνέπεια το χαμηλό ετήσιο συντελεστή απόδοσης της αντλίας θερμότητας σε σύγκριση με τις γεωθερμικές αντλίες νερού

(εδάφους-νερού). Επίσης, στις εγκαταστάσεις αντλιών θερμότητας άμεσης εκτόνωσης (αέρα - αέρα), ο αέρας με τη σύστασή του (υγρασία, σκόνη, οξυγόνο, όξινα συστατικά) προκαλεί αυξημένα έξοδα συντήρησης της εγκατάστασης, ενώ τα εξαρτήματα τροφοδοσίας αέρα επιβαρύνουν το κτίριο από πλευράς χώρου και αισθητικής. Εξάλλου, η δημιουργία πάγου στους ατμοποιητές το χειμώνα και η αδυναμία του περιβάλλοντα αέρα να απορροφά και να αποθηκεύει την απορριπτόμενη ψυκτική ή θερμική ενέργεια της εγκατάστασης δημιουργούν, επίσης, προβλήματα λειτουργίας και μειώνουν την απόδοση της αντλίας θερμότητας κατά τη διάρκεια ακραίων μετεωρολογικών φαινομένων.

Το μειονέκτημα των υδάτινων μαζών είναι ότι σπάνια βρίσκονται διαθέσιμες στην άμεση γειτονία του κτιρίου σε ποσότητες επαρκείς για να παρέχουν την απαιτούμενη θερμική ενέργεια. Ιδιαίτερα το επιφανειακό νερό στην Ελλάδα βρίσκεται με επαρκείς παροχές κοντά σε κτίρια εξαιρετικά σπάνια και μόνο όταν αυτά είναι κτισμένα πολύ κοντά στην ακτογραμμή ή στις όχθες μιας λίμνης, μπορούν να προμηθεύονται θερμική και ψυκτική ενέργεια από το θαλασσινό ή λιμναίο νερό. Όμως, τα επιφανειακά νερά υπόκεινται, κατά τη διάρκεια του έτους, σε διακυμάνσεις της θερμοκρασίας τους, ενώ επιπλέον το θαλασσινό νερό, λόγω της αλμυρότητας του, απαιτεί δαπανηρούς εναλλάκτες θερμότητας, ανθεκτικούς στη διαβρωτική επίδραση των αλάτων.

Το υπόγειο νερό αποτελεί τη βέλτιστη λύση για την κάλυψη των θερμικών και ψυκτικών αναγκών ενός κτιρίου με αντλία θερμότητας, αρκεί να είναι διαθέσιμο με μια ελάχιστη σταθερή παροχή. Και αυτό, διότι καθ' όλη τη διάρκεια του έτους έχει θερμοκρασία σταθερή ή σχεδόν σταθερή. Το θερμικό περιεχόμενο του είναι εν μέρει ηλιακής και εν μέρει γήινης προέλευσης.

Για παράδειγμα : Όταν υπόγειο νερό από πηγάδι ή γεώτρηση, με μια μικρή, έστω, παροχή μόνο $5\text{ m}^3/\text{h}=1,38\text{ kg}/\text{sec}$ και θερμοκρασίας 18°C , οδηγηθεί στον ατμοποιητή της αντλίας θερμότητας και υποστεί ψύξη κατά 5°C ($18 - 13^\circ\text{C}$), θα αποδώσει θερμική ισχύ :

$$\dot{Q}_A = \dot{m} * C_p * \Delta T = 1,38\text{ kg}/\text{sec} * 4,18\text{ kJ}/\text{kgK} * 5\text{ K} = 29\text{ kW}$$

Με την ισχύ αυτή είναι δυνατό να θερμανθεί κτίριο με θερμαινόμενους χώρους εμβαδού μεταξύ $250 - 500\text{ m}^2$ περίπου. Έτσι, εάν χρησιμοποιηθούν συστήματα θέρμανσης χαμηλών θερμοκρασιών, π.χ. $40 - 50^\circ\text{C}$ και διατίθεται για την αντλία θερμότητας θερμική πηγή θερμοκρασίας $17 - 20^\circ\text{C}$, όπως συμβαίνει με τις υπεδαφικές θερμοκρασίες (σε βάθος $0 - 150\text{ m}$) στην Ελλάδα, μπορεί να επιτευχθεί συντελεστής απόδοσης πάνω από 500% που είναι αισθητά υψηλότερος, απ' ό,τι λ.χ. στην Ελβετία ή την Αυστρία, όπου οι

υπεδαφικές θερμοκρασίες είναι 8 – 12°C.

Τέλος στις περιπτώσεις όπου δεν υπάρχει διαθέσιμο υπόγειο νερό, τότε το ρευστό που κυκλοφορεί στο κλειστό κύκλωμα ενός γεωθερμικού εναλλάκτη είναι αυτό που θα συνδεθεί με την Αντλία Θερμότητας και θα λειτουργεί ως μεταφορέας θερμότητας από το υπέδαφος στον ατμοποιητή.

2.3.3 Βαθμός απόδοσης αντλίας θερμότητας

Ο βαθμός απόδοσης μιας αντλίας θερμότητας (Coefficient of Performance) δίνεται από την παρακάτω σχέση:

COP = αποδιδόμενη θερμότητα ή ψύξη / καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια

Οι αερόψυκτες αντλίες θερμότητας, οι οποίες «αντλούν» θερμότητα από τον αέρα του περιβάλλοντος, έχουν συντελεστή απόδοσης που κυμαίνεται από 2 έως 4 που ερμηνεύεται ότι: για κάθε 1 kW ηλεκτρικής ισχύος που καταναλώνουν, οι μονάδες αποδίδουν 2,5 kW~4 kW θέρμανσης ή ψύξης. Οι υδρόψυκτες αντλίες θερμότητας έχουν συντελεστή απόδοσης που κυμαίνεται μεταξύ 3 και 5.

Από πειραματικές μετρήσεις προέκυψε ότι ο συντελεστής απόδοσης μιας αντλίας θερμότητας (COP) εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, οι σημαντικότεροι των οποίων είναι:

- Η διαφορά θερμοκρασίας (ΔT) μεταξύ παραγόμενου από την αντλία θερμότητας θερμικού ρευστού και της πηγής θερμότητας (που μπορεί να είναι ο περιβάλλον αέρας ή κάποια φυσική υδάτινη μάζα). Δηλαδή η διαφορά θερμοκρασίας συμπυκνωτή και εξατμιστή. Όσο μικρότερο είναι αυτό το ΔT , τόσο μεγαλύτερο είναι το COP.
- Η σταθερότητα θερμοκρασίας της πηγής θερμότητας, καθώς και η τιμή αυτής, ιδιαίτερα στο μεταξύ των 0°C και 30°C διάστημα.

2.3.4 Πλεονεκτήματα αντλιών θερμότητας

Η μεγάλη ζήτηση των A/Θ για θέρμανση, ψύξη, ζεστό νερό χρήσης ή ακόμη και για θέρμανση νερού πισίνας οφείλεται στην ανάγκη μείωσης του κόστους λειτουργίας, στην απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα και στην προστασία του περιβάλλοντος από το βλαβερό CO₂. Στο παρελθόν το αδύνατό τους σημείο ήταν η μειωμένη τους απόδοση σε ακραίες εξωτερικές θερμοκρασίες (δηλ. υψηλή θερμαντική απόδοση σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος < 0°C), όπου λόγω της μειωμένης συναλλαγής θερμότητας με το περιβάλλον, μειώνεται η απόδοσή τους.

Αυτό όμως έχει λυθεί δραστικά τα τελευταία χρόνια με την εξέλιξη της τεχνολογίας Inverter. Χάρη στην ευελιξία λειτουργίας των κινητήρων του συμπιεστή και των ανεμιστήρων σε μεταβαλλόμενο εύρος στροφών επιτυγχάνεται η μέγιστη απόδοση του συστήματος, η βελτιωμένη θερμοκρασιακή άνεση και σημαντικά χαμηλότερη ηλεκτρική κατανάλωση

Πιο συγκεκριμένα οι αντλίες θερμότητας παρουσιάζουν μια πληθώρα πλεονεκτημάτων που παρουσιάζονται στην συνέχεια.

1. Εξοικονόμηση ενέργειας : Με την χρήση μιας αντλίας θερμότητας, το σύστημα είναι έως και 5 φορές πιο αποτελεσματικό από τα παραδοσιακά συστήματα θέρμανσης με ορυκτά καύσιμα. Με ιδανικές κλιματολογικές συνθήκες στην χώρα μας, ο μέσος ετήσιος βαθμός απόδοσης (COP) του συστήματος μπορεί να είναι πάνω από το 4 (για A/Θ Αέρα/Νερού) και πάνω από 5,5 (για A/Θ Εδάφους/Νερού με γεωθερμία). Εξασφαλίζοντας τέτοιο υψηλό βαθμό απόδοσης το λειτουργικό κόστος χρήσης είναι το ελάχιστο.
2. Προστασία περιβάλλοντος : Εκτός από την εξοικονόμηση λειτουργικού κόστους με την απόκτηση μίας αντλίας θερμότητας, ο χρήστης ουσιαστικά αποφασίζει για μία καθαρότερη μορφή ενέργειας με την μικρότερη δυνατή επιβάρυνση στο περιβάλλον μας. Για παράδειγμα μια μονοκατοικία 150m² για τη θέρμανσή της με πετρέλαιο επιβαρύνει το περιβάλλον σε ετήσια βάση με 6200 kg CO₂. Η ίδια μονοκατοικία για θέρμανση με φυσικό αέριο προκαλεί εκπομπή 3820 kg CO₂. Η θέρμανση του χώρου αυτού με αντλία θερμότητας και με βάση το γερμανικό μείγμα παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος μολύνει το περιβάλλον με μόνο 770 kg CO₂. Η τοπική δε επιβάρυνση του είναι μηδενική.
3. Εγκατάσταση – Χώρος Μηχανοστασίου : Χωρίς να προϋποθέτει λεβητοστάσια, καμινάδες εξαερισμούς χώρων και δεξαμενές καυσίμων οι αντλίες θερμότητας μπορούν να τοποθετηθούν εύκολα σε χώρο μισού τετραγωνικού μέτρου και

μπορούν να θερμάνουν και να δροσίσουν με άνεση ολόκληρο σπίτι. Η εγκατάσταση για τις A/Θ Αέρος/Νερού είναι απλή είτε εντός είτε εκτός του κτιρίου ενώ για τις A/Θ Εδάφους/Νερού μία σχετική μελέτη για τον εξωτερικό χώρο είναι απαραίτητη.

4. Κόστος συντήρησης : Οι αντλίες θερμότητας δεν χρησιμοποιούν καυστήρα και δεν εμφανίζουν καύση άρα δεν χρειάζονται κάθε χρόνο συντήρηση όπως συμβαίνει με τους λέβητες πετρελαίου και αερίου. Η λειτουργία τους μπορεί να συγκριθεί με αυτή ενός κοινού ψυγείου και άρα μηδαμινά έξοδα συντήρησης.
5. Μέγιστη Ασφάλεια : Οι αντλίες θερμότητας ανήκουν στα ασφαλέστερα συστήματα θέρμανσης & ψύξης. Δεν εκπέμπουν ρύπους τοπικά, δεν εμφανίζουν φλόγα ή άλλες καύσεις αφού δεν χρησιμοποιούν πετρέλαιο ή αέριο αλλά καθαρή ενέργεια από το περιβάλλον .
6. Αξιοπιστία – Ποιότητα : Οι αντλίες θερμότητας ενσωματώνοντας καινοτομίες και χαρακτηριστικά υψηλής απόδοσης αποτελούν την κορυφαία επιλογή στην Ευρώπη με χιλιάδες χρήστες εδώ και 40 χρόνια. Οι A/Θ έχουν ωριμάσει ως προϊόντα με: υψηλές τιμές απόδοσης, εργονομική άνεση χειρισμού, μακροχρόνια ασφάλεια λειτουργίας, μεμονωμένη επιλογή συστήματος, πλήρες πρόγραμμα εξαρτημάτων και εγγύηση ανταλλακτικών.
7. Ευελιξία διασύνδεσης και εφαρμογών : Οι A/Θ μπορούν να εγκατασταθούν σε νέα ή παλιά κτίρια και μπορούν να συνδεθούν με υπάρχοντα θερμαντικά σώματα (ειδικά μοντέλα), σύστημα ενδοδαπέδιας θέρμανσης και δροσισμού καθώς και με σώματα Fan Coils για θέρμανση και ψύξη. Επίσης μπορούν να συνδυαστούν και με ήδη υπάρχον λεβητοστάσιο ή και με άλλες ανανεώσιμες πηγές όπως για παράδειγμα τα ηλιακά συστήματα για υποστήριξη θέρμανσης.
8. Έξυπνη διαχείριση : Με έναν έξυπνο πίνακα ελέγχου η παρακολούθηση, ο έλεγχος και η διαχείριση της επιθυμητής και οικονομικής θερμοκρασίας είναι ιδιαίτερα απλή. Επιπλέον λειτουργεί με σύστημα αντιστάθμισης για πιο οικονομική διαχείριση της θέρμανσης ή ψύξης ανάλογα με τις εξωτερικές συνθήκες του περιβάλλοντος.
9. Αθόρυβη λειτουργία : Ένα επιπρόσθετο πλεονέκτημα των αντλιών θερμότητας είναι ο αθόρυβος σε σχέση με τις παραδοσιακές μεθόδους τρόπος λειτουργίας.

2.3.5 Γεωθερμία

Η θερμότητα από τη γη, ή γεωθερμική ενέργεια, μπορεί να προσεγγιστεί και ήδη προσεγγίζεται με τη διάνοιξη (γεώτρηση) πηγών νερού ή ατμού/αερίου, με διαδικασία όμοια με τη γεώτρηση πετρελαίου. Η γεωθερμική ενέργεια είναι ένας τεράστιος, σε περιορισμένο βαθμό χρησιμοποιούμενος φυσικός πόρος, θερμότητας και ενέργειας γενικότερα, ο οποίος είναι καθαρός (ελευθερώνει λίγα ή καθόλου αέρια που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου), αξιόπιστος (μέσος όρος διαθεσιμότητας 95%), και γηγενής (καθιστώντας μας λιγότερο εξαρτώμενους από πετρέλαιο).

Οι γεωθερμικοί φυσικοί πόροι κυμαίνονται από το ρηχό υπέδαφος στο θερμό νερό και στα πετρώματα αρκετά μίλια κάτω από την επιφάνεια της γης, και ακόμη βαθύτερα έως τα εξαιρετικά καυτά λιωμένα πετρώματα που λέγονται μάγμα. Πηγάδια ενός μιλίου ή βαθύτερα μπορούν να διανοιχθούν καταλήγοντας σε υπόγειους ταμιευτήρες ώστε να εκμεταλλευτούμε τον ατμό και το πολύ καυτό νερό, τα οποία μπορούμε να φέρουμε στην επιφάνεια προς χρήση σε ποικίλες εφαρμογές.

2.3.6 Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας

Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας αποτελούν μια τυποποιημένη, φιλική προς το περιβάλλον και αξιόπιστη τεχνολογία για θέρμανση, ψύξη και παροχή ζεστού νερού χρήσης, η οποία εμφανίζει σημαντικά οικονομικά πλεονεκτήματα και μπορεί να παίξει αποτελεσματικό ρόλο στην ορθολογική χρήση ενέργειας και στην αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών. Αυτό αναγνωρίζεται όλο και περισσότερο από τους Ευρωπαίους πολίτες, που υιοθετούν την τεχνολογία σε αυξανόμενους αριθμούς.

Ένα σύστημα γεωθερμικών αντλιών θερμότητας (ΓΑΘ) αποτελείται από τρία μέρη:

- Σύστημα εναλλαγής θερμότητας εντός εδάφους (γεωεναλλάκτες θερμότητας ή υδρο-γεώτρηση).
- Γεωθερμική αντλία θερμότητας (κυρίως αντλία νερού - νερού).
- Σύστημα θέρμανσης ή/και ψύξης εντός του κτιρίου.

Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας, αξιοποιούν την απανταχού διαθέσιμη θερμική ενέργεια του εδάφους, συνδυάζοντας μια αντλία θερμότητας με έναν γεωεναλλάκτη. Ο γεωεναλλάκτης περιλαμβάνει σωλήνες τοποθετημένες σε τάφρους μέσα στο έδαφος, ή σε γεωτρήσεις, όπου κυκλοφορεί νερό σε κλειστό κύκλωμα. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα, η

γεωθερμική αντλία θερμότητας αφαιρεί θερμότητα από το έδαφος και την προσθέτει στο σύστημα θέρμανσης του κτηρίου. Αυτή η διεργασία αναστρέφεται κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού προκειμένου να παρέχει ψύξη. Μπορεί να συνδυαστεί με τα κλασικά θερμαντικά σώματα σε ένα κτίριο ή και με συστήματα θέρμανσης-ψύξης όπως το ενδοδαπέδιο, τα αερόθερμα, και η παροχή αέρα μέσω αεραγωγών.

Καθώς η θερμοκρασία του εδάφους σε μερικά μέτρα βάθος παραμένει σχεδόν σταθερή κατά τη διάρκεια του έτους, ανεξάρτητα από τις εξωτερικές καιρικές συνθήκες, οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας παρέχουν αποδοτική θέρμανση, ψύξη και ζεστό νερό χρήσης, εξοικονομώντας ενέργεια και μειώνοντας τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου. Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας αξιοποιούν γεωθερμικό δυναμικό θερμοκρασίας μικρότερης των 25°C, το οποίο βρίσκεται παντού σε μερικά μέτρα κάτω από το έδαφος, και το οποίο σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία ανήκει στην υπεράνω του ιδιοκτησία ενώ η σχετική αδειοδότηση γίνεται με απλή διαδικασία από τη νομαρχία.

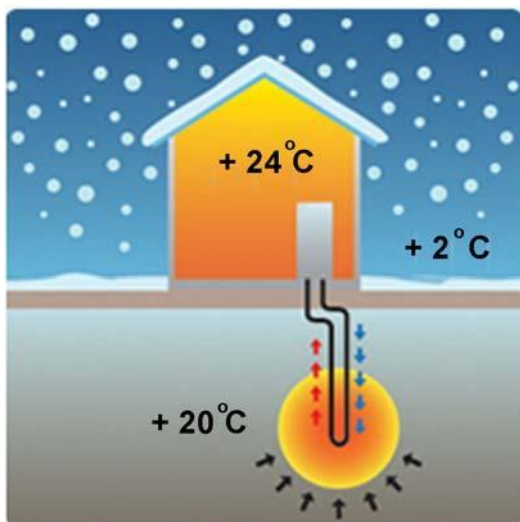
Σύμφωνα με στοιχεία του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας ΚΑΠΕ, το κόστος εγκατάστασης γεωθερμικών αντλιών θερμότητας ανέρχεται σε 1200-1500 €/kWh, δηλαδή για μια κατοικία 150 m² το κόστος εγκατάστασης για θέρμανση, κλιματισμό και παροχή ζεστού νερού χρήσης ανέρχεται σε 25.000 € περίπου, ενώ για μεγαλύτερα συστήματα τα κοστολόγια ανά kWh είναι σημαντικά μικρότερα. Ο γεωεναλλάκτης δεν απαιτεί καμία συντήρηση και έχει διάρκεια ζωής τουλάχιστον 50 χρόνια. Όσον αφορά την αντλία θερμότητας και τα εσωτερικά συστήματα θέρμανσης ψύξης, η διάρκεια ζωής τους είναι μεγαλύτερη από εκείνη των αντίστοιχων συμβατικών συστημάτων, ενώ απαιτείται ελάχιστη συντήρηση.

Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας είναι συσκευές που αξιοποιούν την θερμότητα του υπεδάφους για τη θέρμανση μιας κατοικίας αλλά και για τη ψύξη της, όπου στη περίπτωση αυτή απορρίπτεται θερμότητα από τη κατοικία στο υπέδαφος. Δεδομένου ότι η θερμοκρασία του υπεδάφους είναι σχετικά σταθερή σε αντίθεση με τη θερμοκρασία του αέρα που μεταβάλλεται ευρέως, τα συστήματα αυτά έχουν πολλά πλεονεκτήματα. Ενώ οι συνήθεις αντλίες θερμότητας αέρα-αέρα έχουν βαθμούς απόδοσης (COP) περίπου 2, οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας έχουν αντίστοιχους βαθμούς απόδοσης 3,5-4. Συνεπώς παράγουν πολλαπλάσια θερμική ή ψυκτική ενέργεια σε σχέση με την ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνουν.

Οι σημαντικότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την αποδοτικότητα μιας εγκατάστασης γεωθερμικής αντλίας θερμότητας κλειστού κυκλώματος είναι:

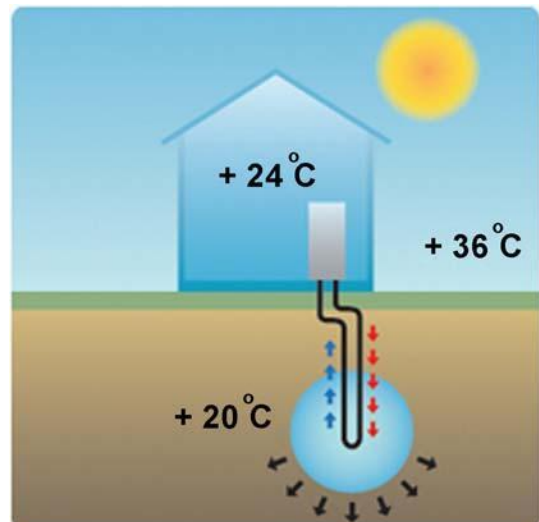
- Το κλίμα
- Οι θερμικές ιδιότητες του υπεδάφους
- Το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας
- Το κόστος δημιουργίας της γεώτρησης
- Οι τυχόν επιδοτήσεις και τα υπάρχοντα κίνητρα

Στις ακόλουθες εικόνες φαίνεται γενικά η αρχή λειτουργίας μιας γεωθερμικής αντλίας θερμότητας.



Αξιοποίηση γεωθερμικής ενέργειας

το Χειμώνα



Αξιοποίηση γεωθερμικής ενέργειας

το Καλοκαίρι

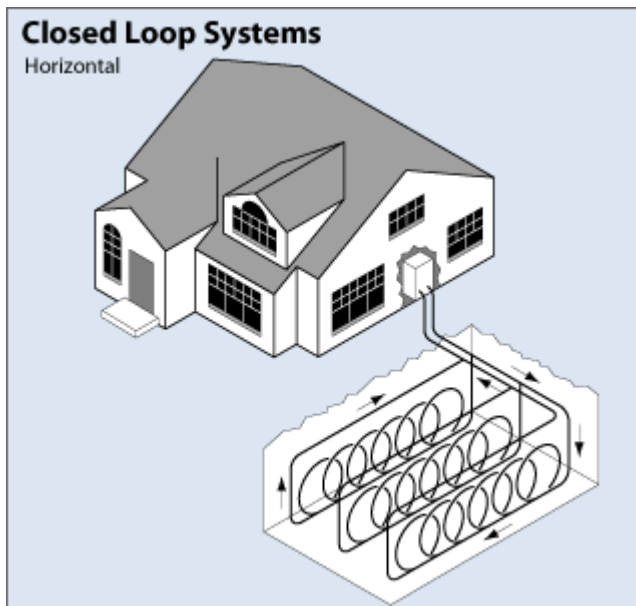
Το κόστος μιας γεωθερμικής αντλίας θερμότητας ποικίλει και ενδεικτικά το κόστος του γεωθερμικού εναλλάκτη και της αντλίας θερμότητας για ονομαστική ισχύ της 6,5KW ανέρχεται σε περίπου 10.000 Ευρώ. Το κόστος αγοράς και εγκατάστασης τους είναι υψηλότερο από τα συνήθη κλιματιστικά, αλλά το κόστος λειτουργίας τους είναι τουλάχιστον κατά 60% χαμηλότερο κατά τη θέρμανση και κατά 40% χαμηλότερο κατά τη ψύξη.

Υπάρχουν δύο ειδών γεωθερμικών εναλλακτών, οι εναλλάκτες κλειστού κυκλώματος και ανοικτού. Πιο συγκεκριμένα χωρίζονται στις ακόλουθες κατηγορίες:

2.3.7 Συστήματα κλειστού κυκλώματος

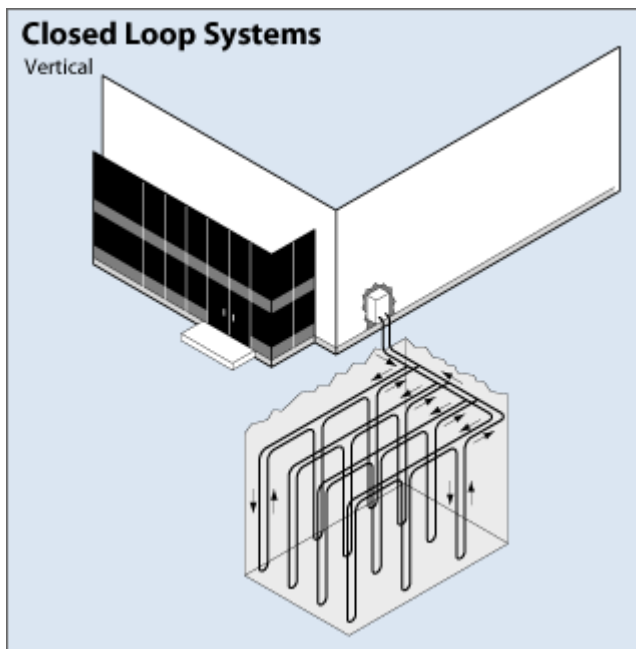
Οριζόντιο

Αυτός ο τύπος της εγκατάστασης είναι γενικά πολύ ανταποδοτικός του κόστους για οικιακή εγκατάσταση, ιδιαίτερα για νέες κατασκευές όπου επαρκής έκταση γης είναι διαθέσιμη. Απαιτεί αυλάκια με τουλάχιστον 1 μέτρο βάθος. Οι πιο κοινές διατάξεις είτε χρησιμοποιούν δύο σωλήνες: ο ένας θαμμένος στα δύο μέτρα βάθος, και ο άλλος στο ένα μέτρο ή δύο σωλήνες τοποθετημένους δίπλα-δίπλα σε 1,5 μέτρο βάθος στο έδαφος μέσα σε αυλάκι φάρδους 50 εκατοστών. Η μέθοδος SlinkyT επιτρέπει μεγαλύτερο μήκος σωλήνα σε ρηχότερο αυλάκι, πράγμα που μειώνει το κόστος εγκατάστασης και καθιστά την οριζόντια εγκατάσταση δυνατή σε περιοχές όπου δεν θα ήταν δυνατές οι συνηθισμένες οριζόντιες εφαρμογές.



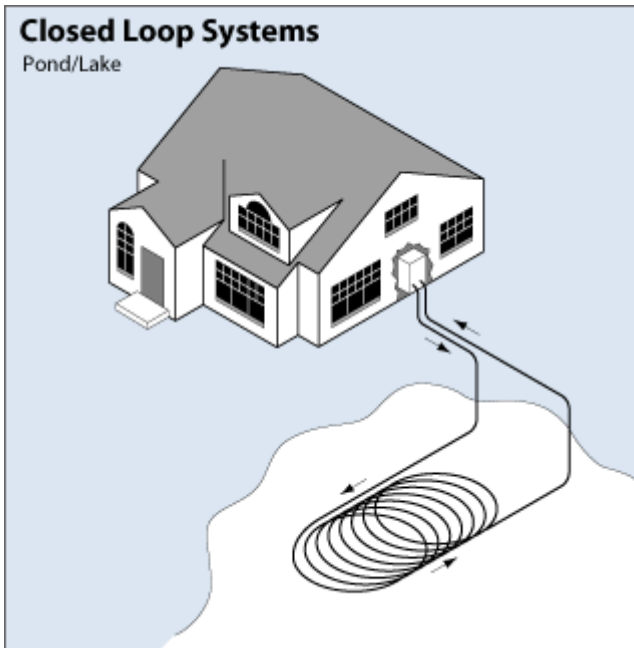
Κάθετο

Μεγάλα εμπορικά κτήρια και σχολεία συχνά χρησιμοποιούν κάθετα συστήματα διότι η έκταση γης που απαιτείται για οριζόντια συστήματα θα ήταν απαγορευτικός παράγοντας. Τα κάθετα συστήματα χρησιμοποιούνται επίσης όπου το έδαφος είναι πάρα πολύ ρηχό για αυλάκια, και τα συστήματα αυτά ελαχιστοποιούν την αναστάτωση στο υπάρχον διαμορφωμένο τοπίο. Για ένα κάθετο σύστημα, τρύπες (με διάμετρο περίπου 15 εκ.) ανοίγονται σε απόσταση περίπου 6 μ. η μία από την άλλη και σε βάθος 30 έως 100 μέτρα. Μέσα σε αυτές τις τρύπες εισέρχονται δύο σωλήνες οι οποίοι συνδέονται στο κάτω μέρος με οριζόντιο σωλήνα που τοποθετείται σε αυλάκια και συνδέεται με την αντλία θερμότητας που βρίσκεται μέσα στο κτήριο.



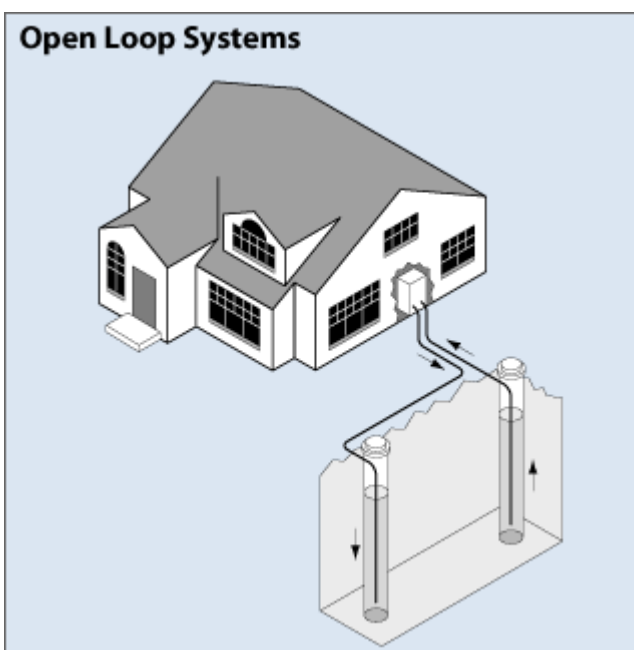
Δεξαμενής/Λίμνης

Αν η περιοχή έχει επαρκή όγκο νερού, αυτή ίσως είναι η επιλογή με το χαμηλότερο κόστος. Ένας σωλήνας παροχής τοποθετείται μέσα στο έδαφος, από το κτήριο έως το νερό και τυλίγεται σε σπείρες σε βάθος τουλάχιστον οκτώ ποδιών κάτω από το έδαφος έτσι ώστε να αποφεύγεται το πάγωμα. Οι σπείρες θα πρέπει να τοποθετηθούν μόνον σε περιοχή νερού η οποία πληροί τα κριτήρια για τον ελάχιστο επιτρεπτό όγκο, βάθος και ποιότητα νερού.



2.3.8 Συστήματα ανοιχτού κυκλώματος

Αυτός ο τύπος του συστήματος χρησιμοποιεί πηγαδίσιο νερό ή νερό επιφανείας ως το υγρό ανταλλαγής θερμότητας το οποίο κυκλοφορεί κατ' ευθείαν μέσω του GHP συστήματος. Άπαξ και έχει κυκλοφορήσει μέσα στο σύστημα, το νερό επιστρέφει στο έδαφος μέσω του πηγαδιού, μέσω ενός πηγαδιού αναφόρτισης ή μέσω εκροής στο έδαφος. Αυτή η επιλογή είναι εμφανώς πρακτική μόνον όπου υπάρχει επαρκής παροχή σχετικά καθαρού νερού, και τηρούνται όλοι οι τοπικοί κώδικες και οι κανονισμοί που αφορούν την εκροή του νερού του εδάφους.



2.3.9 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των αντλιών θερμότητας με γεωθερμία

- Αξιόπιστη τεχνολογία φιλική προς το περιβάλλον χωρίς εκπομπές αέριων ρύπων.
- Είναι ανεξάρτητη από τις καιρικές συνθήκες.
- Εξοικονομεί 75% της ενέργειας που απαιτείται για θέρμανση και 40% για ψύξη ενός κτιρίου.
- Σημαντικά οικονομικά πλεονεκτήματα από την εξοικονόμηση συμβατικών καυσίμων.
- Χαμηλό κόστος συντήρησης εγκατάστασης και εξοπλισμού
- Δεν υπάρχουν εκτεθειμένα θορυβώδη μηχανήματα που να ενοχλούν τους ενοίκους ή τους γείτονες.
- Μικρά μηχανήματα που μειώνουν τον απαιτούμενο χώρο εγκατάστασης.
- Το αρχικό κόστος κατασκευής είναι υψηλότερο από συμβατικά συστήματα αλλά εξισώνεται με την κρατική χορηγία.
- Σε κλειστά κυκλώματα υπάρχει δυσκολία επιδιόρθωσης μιας διαρροής.

2.3.10 Προϋποθέσεις εγκατάστασης

Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας συνδυάζονται με σύστημα θέρμανσης-ψύξης χαμηλής θερμοκρασίας (ενδοδαπέδιο, fan-coils, παροχή αέρα μέσω αεραγωγών, κλπ) λειτουργούν όμως και με καλοριφέρ. Για να εγκατασταθεί ένα σύστημα κλιματισμού με γεωθερμική A/Θ θα πρέπει να τηρούνται κάποιες προϋποθέσεις που εξαρτώνται κάθε φορά από τον τύπο του συστήματος προς εγκατάσταση. Όσον αφορά τους εναλλάκτες κλειστού κυκλώματος απαιτείται ελεύθερη έκταση ανάλογα με το μέγεθος του εναλλάκτη το οποίο εξαρτάται από τις απαιτήσεις θέρμανσης/ψύξης του υποστατικού. Για εναλλάκτες ανοικτού τύπου απαιτείται κάποια πηγή θερμότητας (π.χ. πηγάδι, λίμνη, γεώτρηση) και ένας χώρος απόρριψης/επιστροφής του νερού μετά την ολοκλήρωση του κύκλου. Για την περίπτωση εγκατάστασης των αντλιών θερμότητας δεν υπάρχουν κάποιες αναγκαίες προϋποθέσεις αφού το μέγεθος της αντλίας και των εξαρτημάτων είναι πολύ μικρό σε σχέση με συμβατικά συστήματα και δεν απαιτείται μεγάλος χώρος. Για το σύστημα μεταφοράς θερμικής ενέργειας από και προς το κτίριο υπάρχουν κάποιοι κατασκευαστικοί περιορισμοί και δεν διαφέρουν από οποιονδήποτε άλλο σύστημα συμβατικού τρόπου.

Για ένα σύστημα θέρμανσης δαπέδου – ψύξη οροφής με ενδοδαπέδιο σύστημα, η εγκατάσταση θα πρέπει να γίνεται κατά το κτίσιμο του κτιρίου καθώς το σύστημα τοποθετείται μέσα στο μπετόν της πλάκας. Το σύστημα θέρμανσης – δροσισμού δαπέδου και τα fan coils δεν απαιτούν κάποιες προϋποθέσεις και μπορούν να εγκατασταθούν και σε υπάρχον κτίριο χωρίς κανένα πρόβλημα. Όλες οι λύσεις θα πρέπει να γίνονται πάντοτε σε στενή συνεργασία με τον μελετητή του έργου για αποφυγή προβλημάτων ειδικά στην ενδοδαπέδια ψύξη.

Το ΚΑΠΕ συντονίζει το ευρωπαϊκό έργο Ground-Reach (Intelligent Energy for Europe) που προωθεί τις γεωθερμικές αντλίες θερμότητας και το οποίο τον περασμένο Ιούνιο έλαβε το πιο σημαντικό σήμερα περιβαλλοντικό βραβείο σε παγκόσμιο επίπεδο, το Energy Globe Award, ως το καλύτερο ελληνικό έργο.

2.3.11 Εφαρμογή

Για την θέρμανση του κτιρίου εξετάστηκε η εφαρμογή της διάταξης των αντλιών θερμότητας εδάφους-νερού αλλά και αέρος-νερού και συγκρίθηκαν με βάση της παραδοσιακής καύσης πετρελαίου. Αρχικά υπολογίστηκαν οι θερμικές ανάγκες του κτιρίου σε ισχύ με βάση το εμβαδόν του και τις θερμικές απώλειες του. Στη συνέχεια έχοντας σαν παραδοχή την ετήσια λειτουργία για θέρμανση ως 1260 ώρες βρέθηκε η ετήσια ενεργειακή ανάγκη σε ισχύ. Για την ενεργειακή ισχύ αυτή μετρήθηκε η ανάγκη του κτιρίου σε πετρέλαιο ετησίως, έχοντας λάβει ως κατώτατο θερμαντικό αποτέλεσμα πετρελαίου τις 10,08 kWh/l ενώ σαν ετήσιο βαθμό απόδοσης το 0,85. Στη συνέχεια έγινε η ίδια διαδικασία για την ανεύρεση της ετήσιας ενεργειακή ανάγκης του κτιρίου σε Kwh λειτουργίας του συστήματος αντλιών θερμότητας εδάφους-νερού και αέρος-νερού και κατόπιν ερμηνεύτηκαν τα αποτελέσματα σε τιμές κόστους, παίρνοντας σαν τιμή πετρελαίου τα 0,7 ευρώ ανά λίτρο και σαν τιμή ρεύματος 0,12 ευρώ/kwh. Υπολογίστηκε τέλος και η εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται ανά έτος με κάθε μέθοδο αντλιών θερμότητας σε σχέση με την ήδη υπάρχουσα. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στην συνέχεια :

ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ					
Σύγκριση κόστους καάλωσης ενέργειας Πετρελαίου - Αντλιών Θερμότητας					
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ					
ΑΝΑΓΚΕΣ	Ενεργειακές ανάγκες Qa σε KW για θέρμανση	=	321,045	m ² *	0,112
			Επιφάνεια		Απώλειες
					$\frac{kW}{m^2}$
					=
					35,957
					Ισχύς
ΕΤΗΣΙΑ					
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ	Ετήσια ενεργειακή ανάγκη f. Qa σε kWh/a για θέρμανση	=	35,957	kW*	1260
ΑΝΑΓΚΗ			Ισχύς		Ετήσιες ώρες λειτουργίας
					$\frac{h}{a}$
					=
					45305,870
					Σύνολο ισχύος
					kwh
					a
					Ετήσιες ώρες λειτουργίας για θέρμανση π.χ. 1260 h/a

ΑΝΑΓΚΕΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ	Ανάγκες Πετρελαίου σε lit. / Έτος	45306 $\frac{\text{kWh}}{\text{a}}$	= $\frac{\text{Ετήσια ενεργειακή ανάγκη } Q_a}{\text{Κατώτατο θερμαντικό αποτέλεσμα πετρελαίου} = 10,08 \text{ kWh/l}}$	= 5288 $\frac{\text{l}}{\text{a}}$	Λίτρα πετρελαίου
		10,08	*	0,85	Κατώτατο θερμαντικό αποτέλεσμα Κατώτατο θερμαντικό αποτέλεσμα πετρελαίου = 10,08 kWh/l Ετήσιος βαθμός απόδοσης π.χ. = 0,85
Α/Θ ΑΕΡΟΣ/ ΝΕΡΟΥ	Ενεργειακή ανάγκη Α/Θ σε kWh/a	45306 $\frac{\text{kWh}}{\text{a}}$	= $\frac{\text{Ετήσια ενεργειακή ανάγκη } Q_a}{\text{Ετήσιος βαθμός απόδοσης λειτουργίας} = 3,80}$	= 11923 $\frac{\text{kWh}}{\text{a}}$	KW για την Α/Θ
Α/Θ ΕΔΑΦΟΥΣ/ ΝΕΡΟΥ	Ενεργειακή ανάγκη Α/Θ σε kWh/a	45306 $\frac{\text{kWh}}{\text{a}}$	= $\frac{\text{Ετήσια ενεργειακή ανάγκη } Q_a}{\text{Ετήσιος βαθμός απόδοσης λειτουργίας} = 5,00}$	= 9061 $\frac{\text{kWh}}{\text{a}}$	KW για την Α/Θ

Κόστος Πετρελαίου για
λειτουργία λέβητα

$$= 5288 \frac{\text{l}}{\text{a}} * 0,7 \frac{\text{€}}{\text{l}} = 3701 \frac{\text{€}}{\text{a}}$$

		Ανάγκες Πετρ.		Τιμή Πετρελαίου	
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ	Τιμή ρεύματος για λειτουργία Α/Θ Αέρος-νερού	=	11923 kWh* a Ενεργειακή ανάγκη Α/Θ	0,12 € kWh Τιμή ρεύματος	= 1431 € a
	Τιμή ρεύματος για λειτουργία Α/Θ Εδάφους-νερού	=	9061 kWh* a Ενεργειακή ανάγκη Α/Θ	0,12 € kWh Τιμή ρεύματος	= 1087 € a
	Διαφορά κόστους λειτουργίας Α/Θ αέρος/νερού και πετρέλαιο	=	3701 € a Κόστος Πετρελαίου	1431 € a Κόστος ρεύματος Α/Θ	= 2271 € a Εξοικονόμηση / έτος
	Διαφορά κόστους λειτουργίας Α/Θ εδάφους/νερού και πετρέλαιο	=	3701 € a Κόστος Πετρελαίου	1087 € a Κόστος ρεύματος Α/Θ	= 2614 € a Εξοικονόμηση / έτος

Μετά από έρευνα αγοράς θεωρήθηκε σαν κόστος εγκατάστασης ενός συστήματος αντλιών θερμότητας για το παρόν κτίριο τα 1100 ευρώ/kw και για τις δύο περιπτώσεις. Επομένως προτιμάται η διάταξη των γεωθερμικών αντλιών θερμότητας καθώς επιφέρουν και την μεγαλύτερη εξοικονόμηση ανά έτος. Επίσης συνυπολογίστηκε η κρατική χορηγία για το παρών έργο στο 45% σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία. Με αυτά τα στοιχεία υπολογίστηκε η τιμή του κόστους του έργου και η τιμή του καθαρού κόστους για τους ιδιοκτήτες που παρουσιάζονται και στον ακόλουθο πίνακα.

ΘΕΡΜΑΝΣΗ	Α/Θ εδάφους νερού
Ισχύς Συστήματος (kW)	35,957
Αρχικό Κόστος (ευρώ)	39552,744
Χορηγία (ευρώ)	17798,735
Αρχική Επένδυση (ευρώ)=	21754,009
Εξοικονόμηση σε ενέργεια θέρμανσης (ευρώ/έτος)	2614,119
Κόστος εγκατάστασης για Α/Θ εδάφους νερού (ευρώ/kW)	1100,000

2.4 Εξοικονόμηση Ενέργειας Με Τη Χρήση Ηλιοθερμικών Συστημάτων

Ο ηλιακός θερμοσίφωνας είναι ένα ενεργητικό ηλιακό σύστημα που ζεσταίνει νερό χρησιμοποιώντας την ηλιακή ακτινοβολία. Χρησιμοποιείται ευρύτατα στις χώρες που έχουν μεγάλη ηλιοφάνεια, όπως για παράδειγμα στις χώρες της Μεσογείου και στην Ελλάδα. Ο ηλιακός θερμοσίφωνας είναι η απλούστερη και η γνωστότερη ηλιακή συσκευή. Κατά την λειτουργία του γίνεται εκμετάλλευση δυο φυσικών φαινομένων. Με την αρχή του θερμοσιφώνισμού επιτυγχάνεται η κυκλοφορία του νερού με φυσικό τρόπο χωρίς μηχανικά μέρη (αντλίες κλπ.) ενώ η θέρμανση του νερού γίνεται με την εκμετάλλευση του φαινομένου του θερμοκηπίου που αναπτύσσεται στους συλλέκτες του.

Στην Ελλάδα η διάδοση των ηλιακών συσκευών είναι πολύ εντυπωσιακή: το πρώτο μοντέλο λανσαρίστηκε το 1974, το 1980 υπήρχαν εγκατεστημένα περίπου εκατόν πενήντα χιλιάδες τετραγωνικά μέτρα συλλεκτών και το 2004 περίπου τρία εκατομμύρια τετραγωνικά μέτρα συλλεκτών. Μέρος της επιτυχίας αυτής των ηλιακών θερμοσιφώνων στην Ελλάδα οφείλεται στα φορολογικά κίνητρα που είχε θεσπίσει το ελληνικό κράτος. Σήμερα οι ηλιακοί θερμοσίφωνες χρησιμοποιούνται από περισσότερους από ένα εκατομμύριο καταναλωτές. Μέχρι και τα τελευταία χρόνια, η Ελλάδα ήταν απ' τις κύριες κατασκευάστριες χώρες ηλιακών θερμοσιφώνων.

Οι ηλιακοί θερμοσίφωνες, ανεξάρτητα από το είδος τους, αποτελούνται από δύο βασικά μέρη:

- Το τμήμα συλλογής (οι ηλιακοί συλλέκτες, η επιφάνεια απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας)
- Το τμήμα αποθήκευσης (η δεξαμενή αποθήκευσης του νερού)

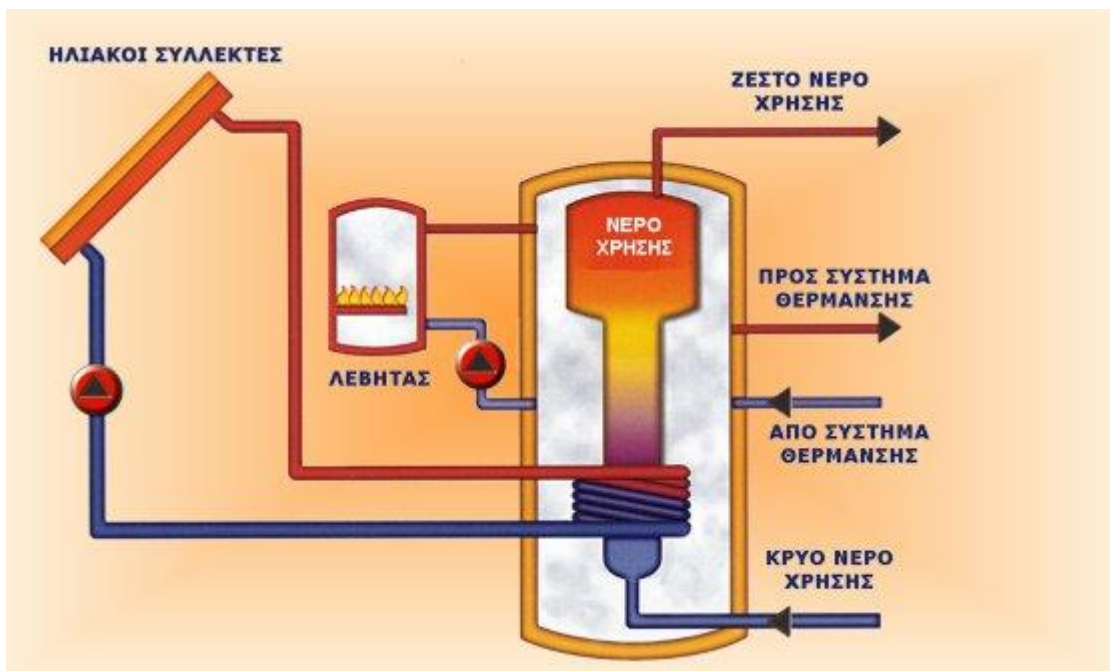
Τα δύο αυτά μέρη είναι συναρμολογημένα μαζί και συνδέονται με σωληνώσεις, αλλά σε μεγαλύτερα συστήματα μπορούν να είναι και χωριστά και να χρησιμοποιούνται αντλίες για την κυκλοφορία του θερμαινόμενου μέσου, ειδικά όταν το τμήμα αποθήκευσης δεν βρίσκεται στον ίδιο χώρο με το τμήμα συλλογής. Το τμήμα αποθήκευσης διαθέτει και ηλεκτρική αντίσταση με θερμοστάτη, για να μπορεί να παράγεται ζεστό νερό και σε άσχημες καιρικές συνθήκες. Ένας ηλιακός θερμοσίφωνας μπορεί επίσης να λειτουργήσει σε συνεργασία με το καλοριφέρ.

Το κυριότερο μέρος ενός ηλιακού θερμοσίφωνα είναι οι ηλιακοί συλλέκτες (ή καθρέπτες), που είναι η επιφάνεια συλλογής της ηλιακής ακτινοβολίας. Αυτή αποτελείται από τέσσερα μέρη:

- Την πλάκα συλλογής της ακτινοβολίας
- Τους σωλήνες ροής του νερού
- Την κάλυψη (κρύσταλλο) της πλάκας απορρόφησης
- Το θερμικά μονωμένο πλαίσιο πάνω στο οποίο στερεώνονται τα υπόλοιπα εξαρτήματα

Η ενέργεια των ηλιακών συλλεκτών μεταφέρεται στο μπόιλερ μέσω του σταθερού εναλλάκτη και θερμαίνει αρχικά το νερό της κεντρικής θέρμανσης και στη συνέχεια το ζεστό νερό χρήσης. Εάν η ηλιακή ενέργεια δεν επαρκεί, τότε τίθεται σε λειτουργία ο λέβητας και συμπληρώνει την απαιτούμενη ενέργεια. Με τη μέθοδο αυτή επιτυγχάνεται μεγάλη εξοικονόμηση καυσίμων και η θέρμανση των χώρων και του νερού χρήσης επιτυγχάνεται με τρόπο φιλικό προς το περιβάλλον.

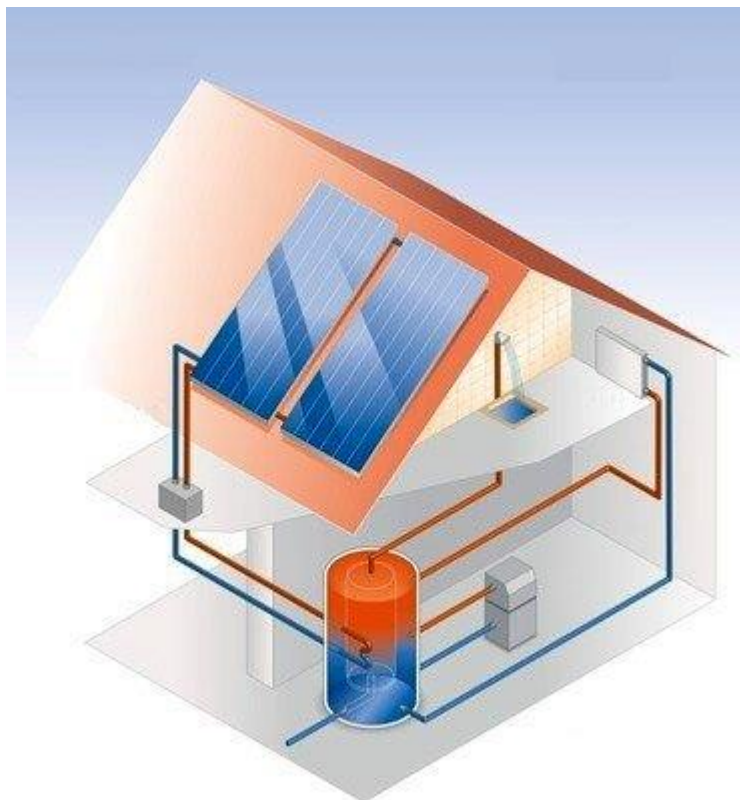
Στην ακόλουθη εικόνα παρουσιάζεται η βασική λειτουργία ενός ηλιοθερμικού συστήματος.



Η δεξαμενή αποθήκευσης του νερού χρήσης έχει χωρητικότητα που κυμαίνεται από 100 έως 200 λίτρα για συνήθεις οικιακές εφαρμογές, αλλά μπορεί να είναι και πολύ μεγαλύτερη. Η χωρητικότητά της είναι συνάρτηση της συλλεκτικής επιφάνειας που

διαθέτει. Είναι συνήθως χαλύβδινη, με εσωτερική επίστρωση για προστασία από την διάβρωση. Η επίστρωση αυτή είναι συνήθως από ειδικά πλαστικά ή εποξειδικά χρώματα ή εμαγιέ (υαλόκραμα). Εναλλακτικά και για ακριβότερα συστήματα η δεξαμενή αποθήκευσης μπορεί να είναι χάλκινη ή ανοξείδωτη. Εξωτερικά έχει πολύ καλή μόνωση συνήθως από πολυουρεθάνη ή υαλοβάμβακα.

Ο ηλιακός θερμοσίφωνας κατά την λειτουργία του εκμεταλλεύεται το φυσικό φαινόμενο της ροής των ρευστών λόγω διαφοράς θερμοκρασίας (διαφοράς πυκνότητας), γνωστό και σαν αρχή του θερμοσιφωνισμού. Έτσι πετυχαίνεται με φυσικό τρόπο χωρίς κυκλοφορητή (αντλία) συνεχής ροή του θερμαινόμενου μέσου, από το θερμότερο σημείο (ηλιακοί συλλέκτες) προς το ψυχρότερο (δεξαμενή νερού), μέχρι τα δύο σημεία να αποκτήσουν παρόμοιες θερμοκρασίες. Για να είναι αυτό δυνατό πρέπει το ψυχρότερο σημείο να είναι ψηλότερα από το θερμότερο σημείο και για τον λόγο αυτό σε όλους τους ηλιακούς θερμοσίφωνες η δεξαμενή αποθήκευσης είναι πάντα ψηλότερα από τους ηλιακούς συλλέκτες.



Η συνολική απόδοση του ηλιακού θερμοσίφωνα εξαρτάται κι απ' τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, τη νεφοκάλυψη και την αποτελεσματικότητα της θερμικής μόνωσης του συστήματος. Η απεγκατάσταση και μεταφορά ενός ηλιακού συστήματος είναι ιδιαίτερα

απλή σε περίπτωση αλλαγής κατοικίας. Η εργασία αυτή όμως οφείλει να γίνεται από κάποιον ειδικό.

Η συντήρηση ενός ηλιακού συστήματος, όπως εξάλλου όλων των συσκευών και μηχανών, είναι απαραίτητη, ούτως ώστε να εξασφαλιστεί η καλή λειτουργία και η απόδοσή του. Κάνοντας service στην καθορισμένη στιγμή, βοηθάμε το σύστημά μας να "αντέξει" στην πάροδο του χρόνου και να μας δίνει τις υπηρεσίες του για περισσότερα χρόνια και με αποτελεσματικότητα. Χρειάζεται στοιχειώδης συντήρηση, κυρίως καθαρισμός των πλακών επιφανειακά, αντικατάσταση της αντιδιαβρωτικής προστασίας όποτε αυτό απαιτείται σύμφωνα με τον κατασκευαστή και συμπλήρωση με αντιψυκτικό υγρό τον χειμώνα (μόνο στους ηλιακούς θερμοσίφωνες κλειστού κυκλώματος). Στην περίπτωση που η θερμοκρασία πέσει κάτω των 0°C δεν επιτρέπει στον θερμικό φορέα να παγώσει και έτσι αποκλείει το σπάσιμο των σωλήνων. Ακόμα σε περιπτώσεις ισχυρού ψύχους (χιόνι, παγετός κλπ) συνιστάται η κάλυψη των κρυστάλλων με πανί ή χαρτόνι για να αποφευχθεί η καταστροφή τους (θραύση).

Ο ηλιακός θερμοσίφωνας είναι μια απ' τις "καθαρότερες" και πιο αποδοτικές συσκευές που χρησιμοποιούν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Στη διάρκεια ζωής του ο ηλιακός θερμοσίφωνας εξοικονομεί περίπου δυο χιλιάδες ευρώ κατά μέσο όρο με πρόσφατες τιμές, ενώ αποφεύγεται η έκλυση περίπου τριάντα τόνων διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Για παράδειγμα κάθε ντους με νερό από ηλιακό θερμοσίφωνα ισοδυναμεί με τρία κιλά διοξειδίου του άνθρακα λιγότερα στην ατμόσφαιρα. Με την χρήση ενός ηλιακού θερμοσίφωνα κερδίζουμε από 40% έως 80% εξοικονόμηση χρημάτων και ενέργειας. Το ποσοστό αυτό ποικίλει ανάλογα με την ποιότητα του ηλιακού θερμοσίφωνα.

Την περίοδο 1990-2001, η μέση ετήσια αύξηση της ευρωπαϊκής αγοράς ηλιοθερμικών συστημάτων ήταν 13,6%. Κάθε χρόνο, στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) εγκαθίστανται πάνω από 1 εκατ. τετραγωνικά μέτρα συλλεκτών, ενώ τα συνολικά εγκατεστημένα συστήματα (επίπεδοι συλλέκτες με κάλυμμα) ανέρχονται σε 11 εκατ. τετραγωνικά μέτρα περίπου. Αν μάλιστα προσθέσει κανείς και τα μικρότερα μερίδια των συλλεκτών με σωλήνες κενού και τους συλλέκτες χωρίς κάλυμμα, τότε φτάνει στα 12,8 τετραγωνικά μέτρα (m²) ηλιακών συλλεκτών ή αλλιώς σε 34 m² ανά 1.000 ευρωπαίους.

Η εντυπωσιακή κατά τ' άλλα αύξηση των ηλιακών συλλεκτών είναι απόρροια κυρίως της δυναμικής ανάπτυξης που γνώρισαν τρεις χώρες: η Γερμανία, η Αυστρία και η

Ελλάδα. Η Γερμανία π.χ. είχε εγκατεστημένα 4,4 εκατ. τετραγωνικά μέτρα συλλεκτών στα τέλη του 2002, ενώ η Ελλάδα είχε κάτι λιγότερο από 3 εκατ. τετραγωνικά μέτρα συλλεκτών (με ποσοστό διείσδυσης περί το 30% και τον υψηλότερο δείκτη χρήσης ηλιακών ανά κάτοικο, περίπου 265 m² ανά 1.000 κατοίκους), ενώ η Αυστρία με περίπου 2,5 εκατ. τετραγωνικά μέτρα συλλεκτών αποτελεί πια τη δεύτερη αγορά στην ΕΕ με βάση τις ετήσιες εγχώριες πωλήσεις συστημάτων. Η εντυπωσιακή ανάπτυξη στη Γερμανία και την Αυστρία είναι απόρροια κυρίως των ισχυρών κινήτρων που δίνονται από πλευράς κυβερνήσεων (125 € ανά m² στη Γερμανία, 1.100 € ανά σύστημα συν 100-140 € ανά m² στην Άνω Αυστρία). Η πρόσφατη άρση των φοροαπαλλαγών για εγκατάσταση ηλιακών συστημάτων σε κατοικίες, αποτελεί πλήγμα για την ελληνική αγορά ηλιοθερμικών συστημάτων. Στις υπόλοιπες ευρωπαϊκές χώρες, τα εγκατεστημένα συστήματα είναι σχετικά λίγα, κάποιες όμως αρχίζουν σιγά-σιγά να ξυπνούν από τον επενδυτικό λήθαργο. Χαρακτηριστικό παράδειγμα η Ισπανία, όπου το λεγόμενο “μοντέλο της Βαρκελώνης” απογειώνει την αγορά. Στη Βαρκελώνη (και σύντομα και σε άλλες ισπανικές πόλεις), η νομοθεσία επιβάλλει τη χρήση ηλιακών συστημάτων σε νέα κτίρια καθώς και σε μεγάλα κτίρια στη φάση της ανακαίνισης, ενώ δίνεται και επιδότηση 210 € ανά τετραγωνικό μέτρο συλλέκτη.

Εκτός ευρωπαϊκών συνόρων, οι μεγάλες αγορές είναι αυτές της Κίνας (η μεγαλύτερη στον κόσμο με 5,5 εκατ. τετραγωνικά μέτρα συλλεκτών το 2001), οι ΗΠΑ, η Τουρκία, η Αυστραλία, η Ινδία, η Ιαπωνία και βέβαια το Ισραήλ όπου η διείσδυση των ηλιακών συστημάτων στον οικιακό τομέα ξεπερνά το 80%.

Η ηλιοθερμική βιομηχανία στην ΕΕ απασχολεί 16.300 άτομα, εκ των οποίων τα 3.000 περίπου στην Ελλάδα. Οι αριθμοί αυτοί μπορούν να πολλαπλασιαστούν αν υλοποιηθούν οι στόχοι που έχει θέσει η Λευκή Βίβλος της ΕΕ για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ), η οποία προβλέπει την εγκατάσταση 100 εκατ. τετραγωνικών μέτρων συλλεκτών ως το τέλος του 2010. Η Ευρωπαϊκή Ομοσπονδία Ηλιοθερμικών Βιομηχανιών (ESTIF - European Solar Thermal Industry Federation) θεωρεί αυτό το στόχο μη ρεαλιστικό. Με τους σημερινούς ρυθμούς ανάπτυξης, ο στόχος της Λευκής Βίβλου θα επιτευχθεί το 2022, ενώ με βάση ένα ρεαλιστικό σενάριο ανάπτυξης που προτείνει η ESTIF (και το οποίο προϋποθέτει σειρά οικονομικών κινήτρων και θεσμικών ρυθμίσεων), το 2015.

Η ESTIF εκτιμά ακόμη πως το τεχνικό δυναμικό των ηλιοθερμικών συστημάτων στην Ευρώπη ανέρχεται σε 1,4 δις τετραγωνικά μέτρα συλλεκτών, τα οποία μπορούν να παράξουν 682 TWh ετησίως (682 δις κιλοβατώρες). Αυτό ισοδυναμεί με το 6% της τελικής

ενεργειακής κατανάλωσης στην ΕΕ ή το 30% των εισαγωγών πετρελαίου της ΕΕ από τη Μέση Ανατολή.

Ο στόχος που έχει θέσει η ESTIF (και συνεπώς και η ΕΒΗΕ) για τη χώρα μας είναι η εγκατάσταση περίπου 10 εκατ. τετραγωνικών μέτρων συλλεκτών ως το 2015 (περιλαμβανομένων των συστημάτων για θέρμανση και κλιματισμό). Ο στόχος αυτός (περίπου 1 m² ηλιακών συλλεκτών για κάθε κάτοικο) έχει υιοθετηθεί και από μη κυβερνητικές περιβαλλοντικές οργανώσεις, αφού θα μπορούσε να συνεισφέρει στην αποφυγή της έκλυσης τουλάχιστον 4 εκατ. τόνων διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) ετησίως.

Στην Ελλάδα, η ανάπτυξη της αγοράς ηλιοθερμικών συστημάτων γνώρισε πολλά скаμπανεβάσματα την τελευταία εικοσαετία, ανάλογα με το καθεστώς ενίσχυσης που ίσχυε (ή καταργούνταν) κάθε περίοδο. Σήμερα υπάρχουν περίπου 1 εκατομμύριο ηλιακά συστήματα εγκατεστημένα στη χώρα μας. Ο ακόλουθος πίνακας δείχνει τον αριθμό των πωλήσεων ηλιακών συλλεκτών στην ελληνική αγορά την περίοδο 1980-2002.



Τα ηλιοθερμικά συστήματα στην Ελλάδα παράγουν περίπου 1,1 δις κιλοβατώρες (KWh) ετησίως και αποσοβούν την έκλυση 1,2 εκατ. τόνων CO₂. Η παραγόμενη ενέργεια ποικίλλει ανά γεωγραφική περιοχή και ανά εφαρμογή. Ο παρακάτω πίνακας δείχνει τις τυπικές τιμές κατά περίπτωση.

KWh/m ² /έτος	Βόρεια Ελλάδα	Κεντρική Ελλάδα	Κρήτη
Κατοικίες	350	400	450
Τριτογενής τομέας	400	450	500
Βιομηχανία	450	500	550

Έτσι, ένα τυπικό θερμοσιφωνικό σύστημα για οικιακή χρήση παράγει ετησίως 840-1.080 KWh και αποσοβεί την έκλυση 925-1.200 κιλών CO₂/χρόνο.

Σε ότι αφορά τα κεντρικά ηλιακά συστήματα, οι κυριότερες εφαρμογές τους είναι οι εξής:

- Παραγωγή ζεστού νερού για τη βιομηχανία
- Κτιριακές εφαρμογές (ξενοδοχεία, νοσοκομεία, σχολεία, αθλητικά κέντρα, συγκροτήματα κατοικιών)
- Θέρμανση δαπέδου και χώρου θερμοκηπίων
- Θέρμανση και κλιματισμός χώρων
- Αφαλάτωση

Η περίοδος απόσβεσης ενός τέτοιου συστήματος ποικίλλει τυπικά από 3,5 έως 8 χρόνια, ενώ μειώνεται και στα 2-4 χρόνια σε περίπτωση που το σύστημα επιδοτηθεί από τα σχετικά προγράμματα του Υπουργείου Ανάπτυξης.

Τα τελευταία χρόνια έχουν ξεκινήσει πολλά ερευνητικά προγράμματα ώστε να βελτιστοποιηθούν τα συστήματα ηλιακού κλιματισμού και να πέσει το κόστος των εφαρμογών. Αναφέρουμε χαρακτηριστικά τα σχετικά προγράμματα του ΕΜΠ, του Δημόκριτου, του ΚΑΠΕ και του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, τα οποία δείχνουν τη δυναμική που αναπτύσσεται στον τομέα. Στόχος είναι να παρουσιαστούν στην αγορά και μικρότερα συστήματα κατάλληλα για κατοικίες και μικρές εμπορικές εφαρμογές.

2.4.1 Εφαρμογή

Κάθε διαμέρισμα του κτιρίου υπό μελέτη διαθέτει από έναν ηλεκτρικό θερμοσίφωνα. Η μελέτη έγινε για την αντικατάσταση αυτών με έναν αντίστοιχο ηλιακό θερμοσίφωνα. Τα άτομα που κατοικούν και στα τρία διαμερίσματα είναι 10 στον αριθμό, και κάθε άτομο καταναλώνει κατά μέσο όρο 40 Lt ζεστό νερό ανά ημέρα, άρα σύνολο 400 λίτρα στο κτίριο. Ο κάθε ηλεκτρικός θερμοσίφοντας έχει χωρητικότητα 80 λίτρα άρα είναι αναγκαία η χρήση πέντε φορές ενός τυπικού θερμοσίφωνα του κτιρίου την ημέρα για την κάλυψη των αναγκών.

Με τη χρήση ηλιακού θερμοσίφωνα έχουμε εξοικονόμηση 80% σε σχέση με τη χρήση ηλεκτρικού, άρα βρέθηκε έτσι η ημερήσια κατανάλωσης στην εκάστοτε περίπτωση σε kwh και σε κόστος, έχοντας ως παραδοχή την τιμή του ρεύματος σε ευρώ/kwh (πάρθηκε σαν σταθερό και ως 0,12 ευρώ/kwh). Μετά από έρευνα αγοράς θεωρήθηκε το κόστος αγοράς ενός τέτοιου θερμοσίφωνα στα 1100 ευρώ, με παραπλήσια εργατικά και κόστη εγκατάστασης στα 100 ευρώ, άρα η συνολική αρχική επένδυση ανέρχεται στα 1200 ευρώ.

Ακολούθως βρεθήκανε ανάλογα τα ετήσια κόστη κατανάλωσης σε κάθε περίπτωση καθώς και η εξοικονόμηση ανά έτος με τη χρήση ηλιακού προς τον ηλεκτρικό θερμοσίφωνα. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται συνοπτικά στον ακόλουθο πίνακα.

	Ηλεκτρικό θερμοσίφωνα	Ηλιακό θερμοσίφωνα
Ισχύς (W)	4000	4000
Χωρητικότητα (Lt)	80	400
Κατανάλωση ημέρας (kw)	13	2,6
Ημερήσιο Κόστος κατανάλωσης (ευρώ)	1,56	0,312
Ετήσιο κόστος κατανάλωσης (ευρώ)	569,4	113,88
Κόστος αγοράς (ευρώ)		1100
Κόστος εγκατάστασης (ευρώ)		100
Συνολικό Κόστος (ευρώ)		1200
Εξοικονόμηση ανά έτος (ευρώ)		455,52

2.5 Εξοικονόμηση Ενέργειας Από Φωτισμό Και Ηλεκτρικές Συσκευές

Ο φωτισμός αποτελεί μια από τις σημαντικότερες παραμέτρους για την εξασφάλιση βιολογικής άνεσης στους εσωτερικούς χώρους των κτιρίων. Στόχος του σχεδιασμού των συστημάτων φωτισμού είναι η εξασφάλιση οπτικής άνεσης, μέσω της παροχής της απαιτούμενης ποσότητας φωτισμού, η οποία καθορίζεται από διεθνή standards, βάσει της χρήσης και των λειτουργικών απαιτήσεων κάθε χώρου και της ποιότητας του φωτισμού, η οποία εξασφαλίζεται με καλή κατανομή και αποφυγή φαινομένων θάμβωσης, κατάλληλη χρωματική απόδοση και χρώμα φωτισμού, ανάδειξη στοιχείων χώρου, κατεύθυνση φωτισμού και δημιουργία κατάλληλων contrast κ.λπ.

Στον καθορισμό των διεθνών standards έχει ενσωματωθεί η ενεργειακή παράμετρος και η ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας. Ωστόσο, στα σύγχρονα κτίρια παρατηρείται συχνά το φαινόμενο της υπερδιαστασιολόγησης των συστημάτων τεχνητού φωτισμού με σκοπό κυρίως την πρόληψη προβλημάτων που προκύπτουν από ανεπαρκείς μελέτες (ή και παντελή έλλειψη μελέτης). Αυτό το φαινόμενο, σε συνδυασμό με τη χρήση πεπερασμένης ή συμβατικής τεχνολογίας στις εγκαταστάσεις φωτισμού, οδηγεί σε υψηλή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για τη λειτουργία των συστημάτων του τεχνητού φωτισμού, με 'πενιχρά' αποτελέσματα ως προς την ποιότητα και την οπτική άνεση. Η κατανάλωση αυτή μπορεί να αποτελεί σημαντικό ποσοστό του συνόλου της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου.

Από έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί σε διάφορες κατηγορίες χρήσης, προκύπτει ότι η κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό ανέρχεται σε:

Χρήση	Κατανάλωση για φωτισμό (% συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης)
Κτίρια Γραφείων	30-50
Καταστήματα	25-50
Νοσοκομεία	10-20
Ξενοδοχεία	10-25

Όμως, έχει διαπιστωθεί ότι, σε μεγάλο αριθμό εγκαταστάσεων είναι εφικτή η εξοικονόμηση ενέργειας σε ποσοστό 30-50 %, με την υιοθέτηση κατάλληλων μέτρων και τεχνικών.

Τέτοια μέτρα είναι:

- ο σωστός σχεδιασμός του τεχνητού φωτισμού,
- η αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού,
- η χρήση λαμπτήρων υψηλής απόδοσης και χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης,
- η επιλογή κατάλληλων φωτιστικών σωμάτων,
- η χρήση ηλεκτρονικών στραγγαλιστικών διατάξεων,
- η εγκατάσταση συστημάτων ελέγχου,
- η σωστή συντήρηση των φωτιστικών σωμάτων

Ο φωτισμός ενός κτιρίου πρέπει να εξετάζεται στο αρχικό στάδιο σχεδιασμού, δεδομένου ότι σ' αυτό το στάδιο λαμβάνονται οι σημαντικότερες αποφάσεις σχετικά με συστήματα αφής/σβέσης, αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού και συστήματα ελέγχου. Αλλαγές στο ηλεκτρικό σύστημα φωτισμού, κατά τη διάρκεια της ζωής του κτιρίου, είναι δυνατό να γίνουν και να είναι οικονομικά αποδοτικές, αλλά οι σημαντικές μετατροπές στα κυκλώματα ή στην εκμετάλλευση φυσικού φωτισμού είναι πολύ δυσκολότερες και πιο δαπανηρές. Επομένως είναι σημαντικός ένας σωστός αρχικός σχεδιασμός.

2.5.1 Κατανάλωση και φωτιστική απόδοση

Η ισχύς (Watt) και η φωτιστική απόδοση (Lumen) είναι δύο διαφορετικά μεγέθη που χαρακτηρίζουν έναν λαμπτήρα. Η ισχύς (Watt) υποδηλώνει την ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνει ένας λαμπτήρας, όταν λειτουργεί. Π.χ. ένας λαμπτήρας 100W, αν μείνει σε λειτουργία 10 ώρες, θα καταναλώσει $100W \times 10H = 1KWH$ (μία κιλοβατώρα). Η φωτιστική απόδοση αναφέρεται στο πόσο έντονα φωτίζει ο λαμπτήρας. Ένας λαμπτήρας 300 Lumen φωτίζει πιο έντονα ένα δωμάτιο, σε σύγκριση με κάποιον άλλον των 200 Lumen.

Η φωτιστική απόδοση (Lumen) είναι ανεξάρτητη από την ισχύ (Watt) Αυτό σημαίνει ότι δύο διαφορετικοί λαμπτήρες μπορεί να έχουν ονομαστική ισχύ 100 W, δηλαδή να καταναλώνουν την ίδια ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά ο πρώτος να φωτίζει περισσότερο. Δηλαδή ενώ κοστίζουν το ίδιο στην κατανάλωση, ο πρώτος δίνει περισσότερο φως.

Στην αγορά κυκλοφορούν σήμερα τέσσερα είδη λαμπτήρων.

- Πυρακτώσεως (κοινές λάμπες)
- Φθορισμού (σωλήνες)
- Φθορισμού μικρού μεγέθους (οικονομίας)
- LED

Παρακάτω ακολουθεί η αντιστοιχία φωτιστικής απόδοσης μεταξύ τους σε μέσους όρους.

Λαμπτήρας πυρακτώσεως --> 15 Lumen / Watt

Λαμπτήρας φθορισμού -----> 50 Lumen / Watt

Λαμπτήρας οικονομίας -----> 55 Lumen / Watt

Λαμπτήρας LED -----> 90 Lumen / Watt

Όπως προκύπτει από τα παραπάνω, μια κλασική λάμπα 100W δίνει φωτισμό 2000 Lumen. Αν λοιπόν σε ένα δωμάτιο έχουμε μια κοινή λάμπα 100 Watt και θέλουμε να έχουμε τον ίδιο φωτισμό, αλλά με μικρότερη κατανάλωση, τότε θα πρέπει να προσέξουμε ότι:

Λαμπτήρας πυρακτώσεως 1500 Lumen -----> κατανάλωση 100 Watt

Λαμπτήρας φθορισμού 1500 Lumen -----> κατανάλωση 30 Watt

Λαμπτήρας οικονομίας 1500 Lumen -----> κατανάλωση 28 Watt

Λαμπτήρας LED 2000 Lumen -----> κατανάλωση 16,6 Watt

Όταν αλλάζουμε λαμπτήρες επομένως, συγκρίνουμε την απόδοση σε Lumen, στα ίδια Watt.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι:

- ένας λαμπτήρας οικονομίας δίνει 3,6 φορές τον ίδιο φωτισμό σε σύγκριση με έναν λαμπτήρα πυρακτώσεως στα ίδια Watt
- ένας λαμπτήρας LED δίνει 6 φορές τον ίδιο φωτισμό σε σύγκριση με έναν λαμπτήρα πυρακτώσεως στα ίδια Watt

Στους λαμπτήρες οικονομίας, επιλέγουμε αυτούς που δίνουν θερμό φωτισμό (κίτρινο χρώμα φωτός, που δεν κουράζει τα μάτια). Οι λαμπτήρες οικονομίας απαιτούν 1-2 λεπτά, από τη στιγμή που θα ανάψουν, ώστε να φτάσουν στη μέγιστη απόδοση φωτισμού. Όσο παλιώνουν λόγω χρήσης, η μέγιστη απόδοση σε Lumen μικραίνει. Οι

λαμπτήρες LED, πέρα από την χαμηλότερη κατανάλωση, δεν θερμαίνονται όταν λειτουργούν, πράγμα που τους καθιστά βολικούς σε κάποιες εφαρμογές, όπως σποτάκια, φωτισμό βιτρίνας ή κλειστού επίπλου με τζαμαρία κλπ. Η διάρκεια ζωής που δίνει ο κατασκευαστής (κάποιες χιλιάδες ώρες) ισχύει με την προϋπόθεση ότι ο λαμπτήρας λειτουργεί σε στεγνό μέρος (όχι υγρασία) και συνεχώς, χωρίς να ανάβει ή να σβήνει. Στην πραγματικότητα, η διάρκεια ζωής μπορεί αναλόγως να πέσει και κάτω της μισής από αυτή που δίνει ο κατασκευαστής. Δεν συμφέρει η τοποθέτηση λαμπτήρα οικονομίας σε χώρους όπου αναβοσβήνουν διαρκώς και για μικρό χρονικό διάστημα (π.χ. μπάνιο - WC).

2.5.2 Πλεονεκτήματα λαμπτήρων χαμηλής κατανάλωσης

Σαφέστατα το περιβαλλοντικό όφελος που εξασφαλίζουμε από τους λαμπτήρες χαμηλής κατανάλωσης είναι και το πιο σημαντικό. Τα στοιχεία δείχνουν ότι οι λάμπες οικονομίας θα μειώσουν το CO₂ που απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα κατά μισό τόνο για την διάρκεια ζωής των λαμπτήρων. Συγκεκριμένα στην Ελλάδα μπορεί να υπάρξει μείωση κατά 1,4 εκατ. τόνους ετησίως στις εκπομπές CO₂.

Σύμφωνα με το Υπουργείο Ανάπτυξης το ενεργειακό κόστος του φωτισμού στο μέσο ελληνικό σπίτι είναι της τάξης του 17% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας. Αν και το κόστος αγοράς για τις λάμπες οικονομίας είναι μεγαλύτερο μ' αυτό των κοινών λαμπτήρων πυρακτώσεως, το συνολικό όφελος κατά τη χρήση τους είναι σημαντικό.

Πιο συγκεκριμένα τα οφέλη που εξασφαλίζουμε από τις λάμπες εξοικονόμησης ενέργειας σε σχέση με τους κοινούς λαμπτήρες, όσον αφορά την αύξηση του κύκλου ζωής και την μείωση της ηλεκτρονικής κατανάλωσης, καταγράφονται ως εξής:

Κύκλος Ζωής

- Κοινοί λαμπτήρες πυρακτώσεως – 1.000 ώρες
- Λάμπες εξοικονόμησης ενέργειας – από 6.000 έως 15.000 ώρες ανάλογα με τον τύπο

Ηλεκτρική κατανάλωση

- Λιγότερο από 10% από την ενέργεια που καταναλώνεται από τις κοινές λάμπες πυρακτώσεως παράγει φως. Το υπόλοιπο 90% χάνεται υπό μορφή θερμότητας.
- Οι λαμπτήρες χαμηλής κατανάλωσης ξοδεύουν το 1/4 έως 1/5 της κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος ενός συμβατικού λαμπτήρα. Ο

ακόλουθος πίνακας δείχνει μια τυπική αντιστοιχία μεταξύ λαμπτήρων εξοικονόμησης ενέργειας και κοινών λαμπτήρων πυρακτώσεως.

Λαμπτήρες εξοικονόμησης ενέργειας	Κοινοί λαμπτήρες πυράκτωσης
5 W	25 W
8 W	40 W
12 W	60 W
15 W	75 W
20 W	100 W
23 W	120 W

Το κόστος του συνολικού κύκλου ζωής για τους λαμπτήρες χαμηλής κατανάλωσης σύμφωνα με έρευνα της Osram και της Siemens είναι χαμηλότερο οικονομικά και περιβαλλοντικά. Για παράδειγμα, κάνοντας μια σύγκριση μεταξύ των διαφόρων ειδών, με την παραδοχή ότι θα φωτίζουμε επί 20.000 ώρες (δηλ 27,7 μήνες) ένα δωμάτιο με την ίδια ένταση φωτισμού (τα ίδια Lumen), λαμβάνοντας ως τιμή κιλοβατώρας τη σημερινή (0,11 €), και ως διάρκεια ζωής λαμπτήρα τη μέγιστη ονομαστική τιμή που δηλώνει ο κατασκευαστής, προκύπτουν τα παρακάτω συμπεράσματα.

α. Λαμπτήρας πυρακτώσεως 25 W, διάρκεια ζωής = 1.000 ώρες, τιμή μονάδος 0,6 €
20.000 ώρες φωτισμού αντιστοιχούν σε 20 λάμπες (12 €) και 500 KWh (55 €)
Σύνολο κόστους: 67 €

β. Λαμπτήρας οικονομίας 7 W, διάρκεια ζωής = 8.000 ώρες, τιμή μονάδος 4,5 €
20.000 ώρες φωτισμού αντιστοιχούν σε 2,5 λάμπες (11,25 €) και 160 KWh (17,6 €)
Σύνολο κόστους: 28,85 €

γ. Λαμπτήρας LED 4,5 W, διάρκεια ζωής = 20.000 ώρες, τιμή μονάδος 18 €
20.000 ώρες φωτισμού αντιστοιχούν σε 1 λάμπα (18 €) και 90 KWh (9,9 €)
Σύνολο κόστους: 27,9 €

Όπως βλέπουμε ο λαμπτήρας πυρακτώσεως καταλήγει σε χρονικό διάστημα δύο ετών και κάτι να έχει υπερδιπλάσιο κόστος λειτουργίας, συγκριτικά με τους λαμπτήρες οικονομίας και LED

Υπάρχουν τρεις κατηγορίες χρώματος για τους λαμπτήρες εξοικονόμησης ενέργειας. Αυτές είναι:

1) Θερμό λευκό (Warm White), το χρώμα είναι ίδιο με λαμπτήρων πυρακτώσεως με θερμοκρασία χρώματος 2700 έως 2900 βαθμούς Kelvin (εφαρμογή σε εσωτερικούς χώρους σπιτιών).

2) λευκό Ουδέτερο (Cool White), έχουν θερμοκρασία χρώματος περίπου 4000 βαθμούς Kelvin (εφαρμογή σε γραφεία - επαγγελματικά κτίρια).

3) λευκό Ημέρας (Day Light) , έχουν θερμοκρασία χρώματος 6000 βαθμούς Kelvin (εφαρμογή σε χώρους που δεν υπάρχει καθόλου φυσικού φωτισμός).

2.5.3 Τρόπος λειτουργίας λαμπτήρων εξοικονόμησης ενέργειας

Το σώμα των λαμπτήρων εξοικονόμησης ενέργειας αποτελείται από μείγμα αερίων (Υδράργυρος Hg και Αργόν Ar) καθώς επίσης και από ηλεκτρόδια βολφθαμίου. Κατά την λειτουργία τα ηλεκτρόδια απελευθερώνουν ηλεκτρόνια τα οποία έρχονται σε επαφή με το μείγμα αερίου με αποτέλεσμα την δημιουργία φωτεινής πηγής. Οι λαμπτήρες εξοικονόμησης ενέργειας αποτελούνται επίσης και από το υλικό εγκατάστασης τους, και οι πιο μοντέρνοι παρέχουν και ηλεκτρονικό σύστημα έναυσης (EVG) το οποίο εργάζεται σε υψηλές συχνότητες με αποτέλεσμα να μην είναι ορατή η μεταβολή στην φωτεινή ροή του λαμπτήρα (το τρεμοπαίξιμο δεν γίνεται αντιληπτό από το ανθρώπινο μάτι), με μειώσεις έτσι συμπτωμάτων πονοκεφάλου και δυσκολίας όρασης.

Υπάρχουν δύο επιλογές λαμπτήρων εξοικονόμησης ενέργειας:

- 1) Λαμπτήρες με ψυχρό ηλεκτρονικό σύστημα έναυσης
- 2) Λαμπτήρες με θερμό ηλεκτρονικό σύστημα έναυσης
- 3) Λαμπτήρες με τεχνολογία Electrodeless

Οι πρώτες δύο κατηγορίες χρησιμοποιούνται συνήθως σε χώρους δωματίων. Σε χώρους όμως που θέλουμε να ανοίξουμε και να κλείσουμε το φωτισμό για μικρό χρονικό διάστημα (μπάνιο, αποθήκες, διαδρόμους), χρησιμοποιούμε αποκλειστικά την τρίτη κατηγορία καθώς οι λαμπτήρες με ψυχρό σύστημα έναυσης είναι ευάλωτοι σε τακτά ανοιγοκλεισίματα, με αποτέλεσμα να χαλούν γρήγορα ενώ οι λαμπτήρες εξοικονόμησης με θερμό σύστημα έναυσης χρειάζονται 2 λεπτά για να αποδώσουν την φωτεινή τους ενέργεια. Οι λαμπτήρας εξοικονόμησης ενέργειας με την τεχνολογία αυτή όμως μπορούν να αποδώσουν γρήγορα την φωτεινή τους ένταση και να μην επηρεάζετε η διάρκεια ζωής τους από το πόσες φορές θα χρησιμοποιηθεί ο διακόπτης.

2.5.4 Ηλεκτρικές Συσκευές

Η κατανάλωση των ηλεκτρικών συσκευών σε ένα κτίριο είναι από τις κυριότερες μορφές ενεργειακής κατανάλωσης, και η χρήση τους καθώς και η τεχνολογία τους καθορίζει κατά πολύ το κόστος τους αλλά και τις εκπομπές τους προς το περιβάλλον. Για την βελτίωση τους έχει θεσπισθεί η ενεργειακή σήμανση των συσκευών.

2.5.5 Ενεργειακή σήμανση συσκευών

Η ενεργειακή σήμανση καθιερώθηκε στην Ευρωπαϊκή Ένωση με την έκδοση της οδηγίας 92/75/22.09.92 και σε Εθνικό επίπεδο με την έκδοση του Προεδρικού Διατάγματος 180/1994, το οποίο έθεσε το γενικό νομοθετικό πλαίσιο για την εφαρμογή της ενεργειακής σήμανσης στις οικιακές συσκευές. Στη συνέχεια, εκδόθηκε μια σειρά Κοινών Υπουργικών Αποφάσεων για την εφαρμογή της ενεργειακής σήμανσης σε διάφορες κατηγορίες οικιακών συσκευών, όπως:

- Ψυγεία, καταψύκτες και συνδυασμοί τους
- Πλυντήρια ρούχων
- Στεγνωτήρια ρούχων
- Συνδυασμένα πλυντήρια-στεγνωτήρια ρούχων
- Πλυντήρια πιάτων
- Ηλεκτρικοί λαμπτήρες
- Ηλεκτρικοί φούρνοι (υποχρεωτική εφαρμογή από 01.07.2003)
- Κλιματιστικές συσκευές (υποχρεωτική εφαρμογή από το 2004)

Στόχος της ενεργειακής σήμανσης είναι να δοθεί στους καταναλωτές η δυνατότητα να λαμβάνουν υπόψη και την παράμετρο ενέργεια στην τελική επιλογή της ηλεκτρικής

συσκευής, παρέχοντάς τους πληροφορίες σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας της συγκεκριμένης ηλεκτρικής συσκευής.

Παράλληλα, τονίζεται ότι η πραγματική τελική ενεργειακή κατανάλωση κάθε συσκευής εξαρτάται από τον τρόπο χρήσης και τη θέση της

Η κατάταξη των συσκευών με βάση την ενεργειακή απόδοση γίνεται σε μία κλίμακα από το A (πλέον ενεργειακά αποδοτική τάξη) έως το G (λιγότερο ενεργειακά αποδοτική). Υπάρχουν επίσης και κατατάξεις A+,A++ οι οποίες είναι αυστηρότερων προδιαγραφών.

Ο ακόλουθος πίνακας δείχνει την σύγκριση τριών μοντέλων ψυγείων διαφορετικών ενεργειακών κατηγοριών

Σύγκριση τριών μοντέλων ψυγειοκαταψυκτών της ελληνικής αγοράς με διαφορετικές ενεργειακές αποδόσεις			
Ενεργειακή κατηγορία	A	B	C
Ετήσια κατανάλωση ενέργειας	250 κιλοβατώρες	550 κιλοβατώρες	750 κιλοβατώρες
Ετήσιο κόστος ενέργειας	21,5 €	47,3 €	64,5 €
Ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα	275 κιλά	605 κιλά	825 κιλά

2.5.6 Εφαρμογή

Στο παρών κτίριο εξετάστηκε αρχικά ο αριθμός των λαμπτήρων προς αντικατάσταση ανάλογα με το κάθε διαμέρισμα. Βρήκαμε πως στο ένα διαμέρισμα υπήρχαν 20 λαμπτήρες, στο δεύτερο 16 και στο τρίτο 26, ενώ στον κοινόχρηστο χώρο του διαδρόμου υπάρχουν 2 λάμπες. Το σύνολο επομένως είναι 64 λαμπτήρες στο σύνολο του κτιρίου. Οι λάμπες πυρακτώσεως που υπάρχουν είναι όλες της τάξης των 75 Watt, άρα αναλόγως για την αντικατάσταση θα χρησιμοποιήσουμε λαμπτήρες φθορίου των 15 Watt.

Μελετήθηκε στη συνέχεια η κατανάλωση και το κόστος του ηλεκτρικού ρεύματος αρχικά για τις υπάρχουσες λάμπες φθορισμού και στη συνέχεια για τους οικονομικούς λαμπτήρες φθορίου που θα τους αντικαταστήσουν. Σαν κόστος ρεύματος θεωρήθηκε σταθερή τιμή τα 0,12 ευρώ/kwh.

Σαν υπόθεση πήραμε πως κάθε λάμπα χρησιμοποιείται κατά μέσο όρο 5 ώρες την ημέρα το οποίο αναλογεί σε 1825 ώρες συνολικά στην πάροδο ενός έτους, ενώ η προβλεπόμενη ζωή είναι 1000 ώρες για ένα λαμπτήρα πυρακτώσεως και 10.000 ώρες για ένα λαμπτήρα φθορισμού. Μετά από μια έρευνα αγοράς χρησιμοποιήσαμε σαν μέσο όρο τιμής αγοράς μιας λάμπας πυρακτώσεως 100 Watt τα 0,8 ευρώ, ενώ η αντίστοιχη τιμή μιας λάμπας φθορίου 15 Watt ανέρχεται στα 7 ευρώ.

Σύμφωνα με τα παραπάνω στοιχεία υπολογίστηκε η εξοικονόμηση με χρήση οικονομικών λαμπτήρων και σχηματίστηκε ο ακόλουθος πίνακας για την παρουσίαση των αποτελεσμάτων του ετήσιου κόστους με χρήση λαμπτήρων πυρακτώσεως και λαμπτήρων φθορίου.

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΤΩΝ 2 ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ	Λάμπες πυρακτώσεως	Λάμπες οικονομικές (φθορίου)
Ισχύς (W)	75,000	15,000
κόστος αγοράς (ευρώ)	0,800	7,000
κόστος ρεύματος (ευρώ/kwh)	0,120	
λειτουργία ανά ημέρα (ώρες)	5,000	
ημερήσια κατανάλωση (kwh)	0,375	0,075
κόστος ημερήσιο (ευρώ)	0,045	0,009
συνολικό κόστος ημέρας (ευρώ)	2,880	0,576
συνολικό κόστος κατανάλωσης έτους (ευρώ)	1051,200	210,240
Εξοικονόμηση (ευρώ)	840,960	
Κόστος αλλαγής λαμπτήρων (ευρώ)	448,000	

Όσον αφορά τις ηλεκτρικές συσκευές ελέγχθηκε μία εξ' αυτών, το ψυγείο, σαν αντιπροσωπευτική συσκευή υψηλής ενεργειακής κατανάλωσης. Το υπάρχον ψυγείο είναι πολύ παλιάς τεχνολογίας, συγκεκριμένα ενεργειακής κατηγορίας F, ετήσιας κατανάλωσης 1100 kWh. Μετά από έρευνα αγοράς επιλέχθηκε μέση τιμή αγοράς για αντίστοιχη συσκευή ενεργειακής κατηγορίας A τα 450 ευρώ, συνολικό κόστος δηλαδή της επένδυσης για το κτίριο 1350 ευρώ. Σαν κόστος ενέργειας θεωρήθηκε 0,086 ευρώ/kwh.

Τα αποτελέσματα για την εξοικονόμηση από την αλλαγή ηλεκτρικών συσκευών παρουσιάζονται ακολούθως.

	ετήσια κατανάλωση (kwh)	κόστος kwh (ευρώ)	κόστος ανά έτος (ευρώ)	εξοικονόμηση
ψυγείο κατηγορίας F	1100	0,086	94,6	71,724
ψυγείο κατηγορίας A	266	0,086	22,876	
Άρα για κάθε διαμέρισμα	κόστος ανά έτος (ευρώ)	εξοικονόμηση	Επένδυση	
συσκευές A	22,876	71,724	450	
συσκευές F	94,6			
Και για όλο το κτίριο	κόστος ανά έτος (ευρώ)	εξοικονόμηση	Επένδυση	
συσκευές A	68,628	215,172	1350	
συσκευές F	283,8			
κόστος ψυγείου A (ευρώ)	450			

2.6 Εξοικονόμηση Ενέργειας Από Την Αναβάθμιση Του Συστήματος Κλιματισμού

Ο όρος κλιματισμός αναφέρεται στην ψύξη και αφύγρανση του αέρα εσωτερικών χώρων για θερμική άνεση. Σε μια ευρύτερη έννοια, ο όρος μπορεί να αναφέρεται σε οποιαδήποτε μορφή της ψύξης, θέρμανσης, εξαερισμού ή απολύμανσης που τροποποιεί την κατάσταση του αέρα.

Σύστημα κλιματισμού είναι μια συσκευή, σύστημα ή μηχανισμός που σταθεροποιεί τη θερμοκρασία του αέρα και την υγρασία εντός της περιοχής που χρησιμοποιείται για την ψύξη, καθώς και τη θέρμανση ανάλογα με τις ιδιότητες του αέρα σε μια δεδομένη χρονική στιγμή, συνήθως με τη χρήση του κύκλου ψύξης αλλά μερικές φορές με τη χρήση της εξάτμισης, πλέον κοινώς άνεση για την ψύξη των κτιρίων και αυτοκινήτων οχημάτων.

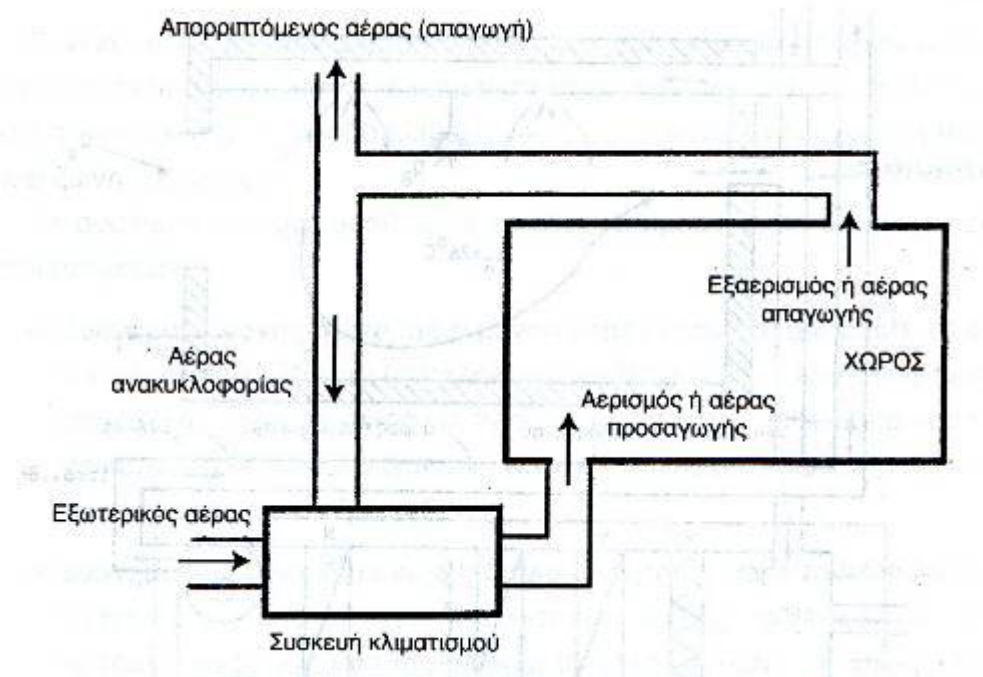
Τα συστήματα κλιματισμού, ανάλογα με τον βαθμό επεξεργασίας που παρέχουν στον αέρα, μπορούν να διακριθούν σε:

- συστήματα αερισμού-εξαερισμού, που εξασφαλίζουν την ανανέωση του αέρα ενός χώρου
- συστήματα μερικού κλιματισμού, τα οποία εκτός από την ανανέωση του αέρα, παρέχουν και μία μερική επεξεργασία που περιλαμβάνει κυρίως τον καθαρισμό και τη θέρμανση του αέρα. Για να επιτυγχάνεται ασφαλώς το επιθυμητό αποτέλεσμα, προβλέπονται συνήθως και διατάξεις ρύθμισης.
- συστήματα πλήρους κλιματισμού, τα οποία εξασφαλίζουν τη διατήρηση της θερμοκρασίας και της υγρασίας ενός κλειστού χώρου μέσα σε προκαθορισμένα όρια και περιλαμβάνει διατάξεις για τον καθαρισμό τη θέρμανση την ψύξη την ύγρανση την αφύγρανση και την ανανέωση του αέρα καθώς και τοπικές ή κεντρικές διατάξεις αυτόματης ρύθμισης της θερμοκρασίας και της υγρασίας.

Σε κάθε σύστημα κλιματισμού διακρίνουμε:

- τον αέρα που προσάγεται στο χώρο (αέρας προσαγωγής -αερισμός)
- τον απαγόμενο από τον χώρο αέρα (αέρας απαγωγής/επιστροφής- εξαερισμός)
- το μέρος του αέρα απαγωγής/επιστροφής, που επαναφέρεται στον κλειστό χώρο (ανακυκλοφορία)
- τον αέρα που απορρίπτεται στο περιβάλλον
- τον εισαγόμενο από το περιβάλλον αέρα (φρέσκος εξωτερικός αέρας)

Η ακόλουθη εικόνα δείχνει περιγραφικά τα τυπικά στοιχεία ενός συστήματος κλιματισμού.



2.5.1 Κατάταξη συστημάτων κλιματισμού

Με κριτήριο τη θέση των συσκευών κλιματισμού ως προς τον κλιματιζόμενο χώρο και την έκταση εφαρμογής του συστήματος, διακρίνονται δύο βασικές κατηγορίες συστημάτων κλιματισμού.

- Κεντρικά Συστήματα Κλιματισμού
- Τοπικά Συστήματα Κλιματισμού

Με κριτήριο τον τρόπο και τα μέσα με τα οποία επιτυγχάνεται η τελική διαμόρφωση των συνθηκών άνεσης στον κλιματιζόμενο χώρο, διακρίνονται τρεις κατηγορίες συστημάτων κλιματισμού.

- Συστήματα κλιματισμού μόνο με αέρα
- Συστήματα κλιματισμού μόνο με αέρα μεταβλητής παροχής
- Συστήματα κλιματισμού μόνο με νερό
- Συστήματα κλιματισμού αέρα – νερού

Συστήματα κλιματισμού μόνο με αέρα

Στα συστήματα αυτά ο κλιματισμένος αέρας παρασκευάζεται στην κεντρική μονάδα κλιματισμού και μεταφέρεται διαμέσου δικτύου αεραγωγών στους κλιματιζόμενους χώρους. Στην κεντρική μονάδα κλιματισμού εξωτερικός αέρας αναρροφάται από το ύπαιθρο, αναμιγνύεται στον θάλαμο μίξης με ένα τμήμα του αέρα που επιστρέφει από το κτίριο και φιλτράρεται. Στη συνέχεια ακολουθεί η επεξεργασία του αέρα δηλαδή η θέρμανση, ψύξη, ύγρανση, αφύγρανση κ.λ.π. ανάλογα με τις επιθυμητές συνθήκες. Τελικά ο αέρας οδηγείται μέσω του ανεμιστήρα και των αεραγωγών διανομής στους διάφορους χώρους.

Η ψύξη και η αφύγρανση του αέρα γίνεται με ψυχρό νερό, το οποίο παρασκευάζεται στην ψυκτική μονάδα και οδηγείται μέσα στην κεντρική μονάδα κλιματισμού σε εναλλάκτες αέρα-νερού (ψυκτικά στοιχεία). Η θέρμανση του αέρα γίνεται με θερμό νερό, το οποίο παρασκευάζεται σε λέβητα και οδηγείται μέσα στην κεντρική μονάδα κλιματισμού σε εναλλάκτες αέρα-νερού (θερμαντικά στοιχεία). Η ύγρανση του αέρα γίνεται από κατάλληλες συσκευές, τους υγραντήρες, οι οποίοι διοχετεύουν νερό ή ατμό στην κεντρική μονάδα κλιματισμού

Η θέρμανση και η ψύξη των χώρων καθώς και ο έλεγχος της υγρασίας τους, εξασφαλίζεται με τις συνθήκες του κλιματισμένου αέρα που εισέρχεται στους χώρους. Οι χώροι που έχουν απαίτηση σε ψύξη κλιματίζονται με αέρα κατάλληλης παροχής, ο οποίος έχει υποστεί ψύξη, αφύγρανση και σε πολλές περιπτώσεις μεταθέρμανση. Οι χώροι που έχουν απαίτηση σε θέρμανση, κλιματίζονται με αέρα κατάλληλης παροχής, ο οποίος έχει υποστεί θέρμανση και ύγρανση

Συστήματα κλιματισμού μόνο με αέρα μεταβλητής παροχής

Το χαρακτηριστικό των συστημάτων μεταβαλλόμενης παροχής αέρα (ΜΠΑ) είναι ότι ο αέρας εισέρχεται στους κλιματιζόμενους χώρους με σταθερή θερμοκρασία αλλά η παροχή του αυξομειώνεται ανάλογα με τις διακυμάνσεις του φορτίου των χώρων. Η μεταβολή της παροχής γίνεται με κατάλληλες τερματικές συσκευές ρύθμισης – διανομής του αέρα, οι οποίες ελέγχονται από ένα θερμοστάτη. Η μεταβολή της παροχής συνδυάζεται συνήθως με ανεμιστήρα μεταβλητής παροχής ή τοποθετείται ένας ανεμιστήρας παράκαμψης (by pass). Οι εγκαταστάσεις ΜΠΑ είναι εφοδιασμένες και με συστήματα ελέγχου της στατικής πίεσης.

Συστήματα κλιματισμού μόνο με νερό

Στα συστήματα αυτά ο έλεγχος των συνθηκών του αέρα γίνεται με την κυκλοφορία του αέρα των χώρων μέσα από κατάλληλες τερματικές συσκευές, στις οποίες κυκλοφορεί θερμό ή ψυχρό νερό (Fan-coils). Οι τερματικές συσκευές είναι εγκατεστημένες στους χώρους του κτιρίου. Η παρασκευή του ψυχρού νερού γίνεται σε ψυκτικές μονάδες (υδρόψυκτες ή αερόψυκτες). Η παρασκευή του θερμού νερού γίνεται σε λέβητες. Οι τερματικές συσκευές (Fan-coils) περιλαμβάνουν θερμαντικό /ψυκτικό στοιχείο και ανεμιστήρα για την εξαναγκασμένη κυκλοφορία του αέρα. Κεντρικά κλιματισμένος αέρας δεν παρέχεται στους χώρους ή στις ζώνες του κτιρίου. Η παροχή φρέσκου εξωτερικού αέρα πρέπει να αντιμετωπίζεται ξεχωριστά.

Συστήματα κλιματισμού αέρα-νερού

Στα συστήματα αυτά παρέχεται κλιματισμένος αέρας και ψυχρό ή θερμό νερό σε κατάλληλες τερματικές συσκευές, οι οποίες είναι εγκατεστημένες στους χώρους του κτιρίου. Απαιτείται επομένως η εγκατάσταση ενός δικτύου αεραγωγών και ενός δικτύου σωληνώσεων νερού. Σε πολλές περιπτώσεις η παροχή του αέρα στους χώρους γίνεται έξω από τις τερματικές συσκευές (π.χ. Fan-coils) με ανεξάρτητο δίκτυο αεραγωγών.

2.5.2 Επιλογή BTU

Ένα κλιματιστικό έχει διαφορετική απόδοση κατά τη λειτουργία του όταν παράγει θέρμανση και όταν παράγει ψύξη. Γενικά η θερμική απόδοση σε όλες τις κλιματιστικές μονάδες είναι μεγαλύτερη της ψυκτικής κατά ~10-15%.

Υπάρχουν πολύ μέθοδοι για υπολογισμό των απαραίτητων BTU για την θέρμανση ενός χώρου, ενδεικτικά (και δοκιμασμένος στην πράξη) είναι η μέθοδος που προτείνει η greenpeace σύμφωνα με τον οποίον :

$(\text{Επιφάνεια δωματίου}) * 100 + 3.000 = \text{τα Btu/h του κλιματιστικού}$

(μονάδα απόδοσης, $1 \text{ KW} = 3.412 \text{ BTU/H}$).

2.5.3 Εφαρμογή

Στην περίπτωση των κλιματιστικών, λαμβάνοντας υπόψη το εμβαδόν του κυρίως κλιματιζόμενου χώρου σε κάθε διαμέρισμα (σαλόνι) καθώς και το συνολικό μέγεθος κάθε διαμερίσματος θεωρήθηκαν ως ιδανικά κλιματιστικά αυτά των 9000btu (british thermal unit) για μια μέση περίοδο χρήσης διάρκειας 4 μηνών/χρόνο για ψύξη το καλοκαίρι (Ιούνιος – Σεπτέμβριος), δηλαδή για μέση περίοδο 90 ημερών. Σαν παραδοχή πάρθηκε πως η χρήση των κλιματιστικών γίνεται για 10 ώρες την ημέρα, άρα 900 ώρες το έτος. Τα κλιματιστικά που υπάρχουν στο κτίριο είναι ενεργειακής κατηγορίας C και καταναλώνουν 2,8 kW ανά ώρα. Θα αντικατασταθούν με συσκευές ενεργειακής κατηγορίας A. Μετά από έρευνα αγοράς πήραμε σαν μέσο κόστος αγοράς + εγκατάστασης + inverter τα 700 ευρώ (δηλαδή 2100 ευρώ συνολική επένδυση για το κτίριο) και τιμή ενεργειακής κατανάλωσης συσκευής A το 1 kW ανά ώρα, θεωρήθηκε επίσης το κόστος ρεύματος σταθερό και ίσο με 0,12 ευρώ/kWh και κατασκευάστηκε ο ακόλουθος πίνακας.

	Κλιματιστικό A	Κλιματιστικό C (υπάρχον)
Κατανάλωση ανά ώρα (kW)	1	2,8
Κατανάλωση την περίοδο Ιουν.-Σεπ.	900	2520
Κόστος κατανάλωσης	324	907,2
Εξοικονόμηση	583,2	
Κόστος αγοράς + εγκατάστασης + inverter (ευρώ)	2100	

Κεφάλαιο 3. Μέθοδοι Εκτίμησης

Για την οικονομική εκτίμηση των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας που έχουν προταθεί και αναλυθεί προηγουμένως χρησιμοποιούνται η Καθαρά Παρούσα Αξία (ΚΠΑ), το Εσωτερικό Ποσοστό Απόδοσης (ΕΠΑ), ο Λόγος Εξοικονόμησης προς Επένδυση (ΛΕΕ) και η Τιμαριθμοποιημένη Περίοδος Επανείσπραξης (ΤΠΕ).

3.1 Καθαρά Παρούσα Αξία (Κ.Π.Α. - Net Present Value, NPV)

Η Καθαρά Παρούσα Αξία ορίζεται ως η παρούσα αξία των ετήσιων εισοδημάτων μείον τη παρούσα αξία των ετήσιων εξόδων, συμπεριλαμβανομένων των επενδύσεων. Στην πράξη κι εφόσον έχει καταστρωθεί ο πίνακας των ταμειακών ροών, η ΚΠΑ υπολογίζεται ως η διαφορά των χρηματικών εισροών (καθαρών ταμειακών ροών μετά φόρων) μείον το κόστος των επενδύσεων, όπως, δίνεται από τον ακόλουθο τύπο:

$$\text{ΚΠΑ} = -C_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+p)^t}$$

Όπου το t είναι η χρονική περίοδος, συνήθως ένας χρόνος, F_t η καθαρή ταμειακή ροή για τον χρόνο t , δηλ. $F_t = B_t - C_t$, B_t το όφελος (εισροές) για τον χρόνο t , C_t το κόστος (εκροές) για τον χρόνο t . Η τιμή C_0 αναφέρεται στην αρχική επένδυση, p το κόστος κεφαλαίου και το n είναι ο αριθμός των χρόνων για τους οποίους αναφέρεται η οικονομική εκτίμηση. Υποθέτουμε ότι οι διάφορες καθαρές ταμειακές ροές στον τύπο (1) συλλέγονται στο τέλος των χρονικών περιόδων, δηλ στο τέλος των χρόνων.

Το επιτόκιο προεξόφλησης καθορίζεται από τον επενδυτικό φορέα με υποκειμενικά κατά βάση κριτήρια και εκφράζει είτε το κόστος κεφαλαίου της επιχείρησης είτε το ελάχιστο αποδεκτό επιτόκιο για να καλύψει τον κίνδυνο της επένδυσης έναντι μιας πιο ασφαλούς τοποθέτησης (π.χ. κρατικά ομόλογα).

3.2 Εσωτερικό Ποσοστό Απόδοσης

(Ε.Π.Α. – Internal Rate Of Return,IRR)

Το ΕΠΑ ορίζεται μαθηματικά ως το επιτόκιο προεξόφλησης που μηδενίζει τη χρηματοροή, δηλ. εκείνο το επιτόκιο που εξισώνει την αρχική επένδυση με την αξία όλων των μελλοντικών ταμιακών ροών. Η διαφορά μεταξύ του επιτοκίου που δίνεται από την ΕΑΚ και του επιτοκίου της προεξόφλησης έγκειται στο γεγονός ότι το πρώτο προσδιορίζεται από τα χαρακτηριστικά του πίνακα των ταμιακών ροών ενώ το επιτόκιο προεξόφλησης καθορίζεται εξωγενώς από τον επενδυτικό φορέα. Ο τύπος που δίνει την ΕΑΚ είναι ο ακόλουθος:

$$\text{ΕΠΑ} = -C_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + p^*)^t} = 0$$

ΚΠΑ – ΕΠΑ

Όταν εξετάζεται ένα εναλλακτικό σχέδιο ανεξάρτητα από εναλλακτικές επιλογές, τότε οι όροι αποδοχής ή απόρριψής του σε σχέση με τα δύο αυτά κριτήρια διαμορφώνονται ως εξής:

Για την Καθαρά Παρούσα Αξία

- ΚΠΑ > 0, η επένδυση θεωρείται συμφέρουσα
- ΚΠΑ = 0, το οικονομικό αποτέλεσμα της επένδυσης είναι οριακό
- ΚΠΑ < 0, η επένδυση απορρίπτεται

Για το Εσωτερικό Ποσοστό Απόδοσης

- ΕΠΑ > από το ελάχιστο αποδεκτό επιτόκιο προεξόφλησης, η επένδυση θεωρείται συμφέρουσα
- ΕΠΑ = με το ελάχιστο αποδεκτό επιτόκιο προεξόφλησης, η επένδυση θεωρείται οριακή, εφαρμόζεται όταν δεν υπάρχει καλύτερη εναλλακτική λύση
- ΕΠΑ < από το ελάχιστο αποδεκτό επιτόκιο προεξόφλησης, η επένδυση απορρίπτεται.

Ανεξαρτήτως χρησιμοποιούμενου κριτηρίου, όταν πραγματοποιείται σύγκριση μεταξύ δύο ή περισσότερων εναλλακτικών επενδυτικών σχεδίων προκρίνεται το σχέδιο που εμφανίζει την καλύτερη απόδοση, δηλ. την υψηλότερη ΚΠΑ ή το υψηλότερο ΕΠΑ. Όπως αναφέρθηκε και οι δύο μέθοδοι χρησιμοποιούνται ευρύτατα και μάλιστα σε συνδυασμό, καθώς κάθε μία από τις δύο μεθόδους εμφανίζει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Ανεξάρτητα από τη μέθοδο που θα χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση των επενδυτικών σχεδίων δεν θα πρέπει να παραβλέπεται ότι η ορθότητα των υπολογισμών στηρίζεται σε έναν σωστό πίνακα ταμιακών ροών. Στην κατεύθυνση αυτή είναι χρήσιμο να τηρούνται οι ακόλουθες θεωρητικές παραδοχές (Torrises, 1998): Οι μεταβλητές που εισάγονται στον πίνακα θα πρέπει να είναι γνωστές με βεβαιότητα. Στην πραγματικότητα οι μεταβλητές που εισάγονται στο μοντέλο σπάνια είναι σαφώς καθορισμένες και πλήρως γνωστές. Υπάρχει πάντα ένας κίνδυνος που πηγάζει από διάφορες πηγές αβεβαιότητας και προς την κατεύθυνση αυτή χρησιμοποιούνται διάφορες τεχνικές όπως ανάλυση ευαισθησίας, πιθανολογική διερεύνηση με Monte Carlo, κ.ά. Τα εναλλακτικά σχέδια που πρόκειται να αξιολογηθούν θα πρέπει να έχουν συγκρίσιμα επιτόκια προεξόφλησης, τα οποία θα αντανakλούν τον κίνδυνο των διαφορετικών επιλογών. Ο όρος «συγκρίσιμα» δεν σημαίνει ίδια. Κάθε σχέδιο συνεπάγεται διαφορετικό κίνδυνο για τον επενδυτή, επομένως, το επιτόκιο προεξόφλησης δύναται να είναι διαφορετικό. Όλα τα εναλλακτικά σχέδια που συγκρίνονται με πίνακα ταμιακών ροών θα πρέπει να καταστρώνονται με κοινό μοντέλο διαχείρισης των φόρων, του εισοδήματος, των αποσβέσεων, κ.λπ. Αυτό συνεπάγεται ότι οι συγκρίσεις θα πρέπει να γίνονται σε μια κοινή βάση (π.χ. σύγκριση ΚΠΑ μετά φόρων ή προ φόρων σε όλα σχέδια, αποσβέσεις σύμφωνα με το ισχύον πλαίσιο, κ.λπ.). Όλα τα εναλλακτικά σχέδια που συγκρίνονται με πίνακα ταμιακών ροών και πρόκειται να αξιολογηθούν με βάση το ΕΠΑ υπό συνθήκες περιορισμένου κεφαλαίου και αμοιβαίως αποκλειόμενων σχεδίων θα πρέπει να έχουν την ίδια οικονομική ζωή. Ο υπολογισμός του ΕΠΑ για σχέδια με διαφορετική οικονομική ζωή είναι μαθηματικά εφικτός χωρίς κανένα πρόβλημα. Εντούτοις, από επιχειρηματικής πλευράς είναι χρήσιμη η πληροφορία της συνολικής οικονομικής απόδοσης δύο επιλογών για την ίδια περίοδο χρόνου.

3.3 Λόγος Εξοικονόμησης προς Επένδυση (ΛΕΕ –Savings To Investment Ratio,SIR)

Ο ΛΕΕ υπολογίζεται διαιρώντας την τρέχουσα τιμή των μελλοντικών εισροών για την χρονική περίοδο της εκτίμησης, με την τρέχουσα τιμή των μελλοντικών εκροών της ίδιας περιόδου. Δίνεται από τον ακόλουθο τύπο :

$$\Lambda \text{EE} = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{Bt}{(1+p)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{Ct}{(1+p)^t}}$$

Όταν έχουμε ΚΠΑ=0, δηλαδή η τρέχουσα αξία των εισροών είναι ίση με την τρέχουσα αξία των εκροών, τότε ΛΕΕ=1, ενώ όταν είναι μεγαλύτερες ή μικρότερες, δηλαδή αντίστοιχα ΚΠΑ>0 ή ΚΠΑ<0, τότε αντίστοιχα ΛΕΕ>1 ή ΛΕΕ<1. Όταν οι εξεταζόμενες επενδύσεις είναι οικονομικά ανεξάρτητες τότε θεωρείται πιο ελκυστική όποια παρουσιάζει ΛΕΕ>1, ενώ όταν είναι αμοιβαία αποκλειόμενες τότε πιο ελκυστική είναι αυτή με την υψηλότερη τιμή ΛΕΕ.

3.4 Τιμαριθμοποιημένη Περίοδος Επανείσπραξης (ΤΠΕ –Depreciated Payback Period,DPD)

Η ΤΠΕ αποτελεί μια παραλλαγή του υπολογισμού της περιόδου επανείσπραξης της αρχικής επένδυσης C0. Αυτή η μέθοδος καθορίζει τον αριθμό περιόδων (συνήθως χρόνια) που απαιτούνται μέχρι ο επενδυτής να ανακτήσει την αρχική εκροή C0 μιας επένδυσης. Αυτό λαμβάνει χώρα μέσα από την ταμειακή ροή Ft η οποία προκύπτει ως αποτέλεσμα αυτής της επένδυσης. Από την άλλη, αυτή η μέθοδος δεν είναι ικανή να μετρήσει απευθείας την «αξία» μιας επένδυσης, απλώς στοχεύει στην μέτρηση του χρόνου που χρειάζεται για την ανάκτηση της αρχικής εκροής μιας επένδυσης. Σύμφωνα με την ΤΠΕ, η παρούσα αξία των αναμενόμενων ταμειακών ροών Ft υπολογίζεται με βάση το κόστος του κεφαλαίου p, και τότε εξισώνεται με την αρχική επένδυση C0. Η ΤΠΕ προκύπτει από τον ακόλουθο τύπο:

$$\text{TΠΕ} = \frac{-\ln\left(1 - \frac{p * C0}{Ft}\right)}{\ln(1 + p)}$$

Όπου προϋποθέτουμε ότι οι καθαρές ταμειακές ροές Ft παραμένουν σταθερές για κάθε t.

3.5 Η σημασία του πληθωρισμού

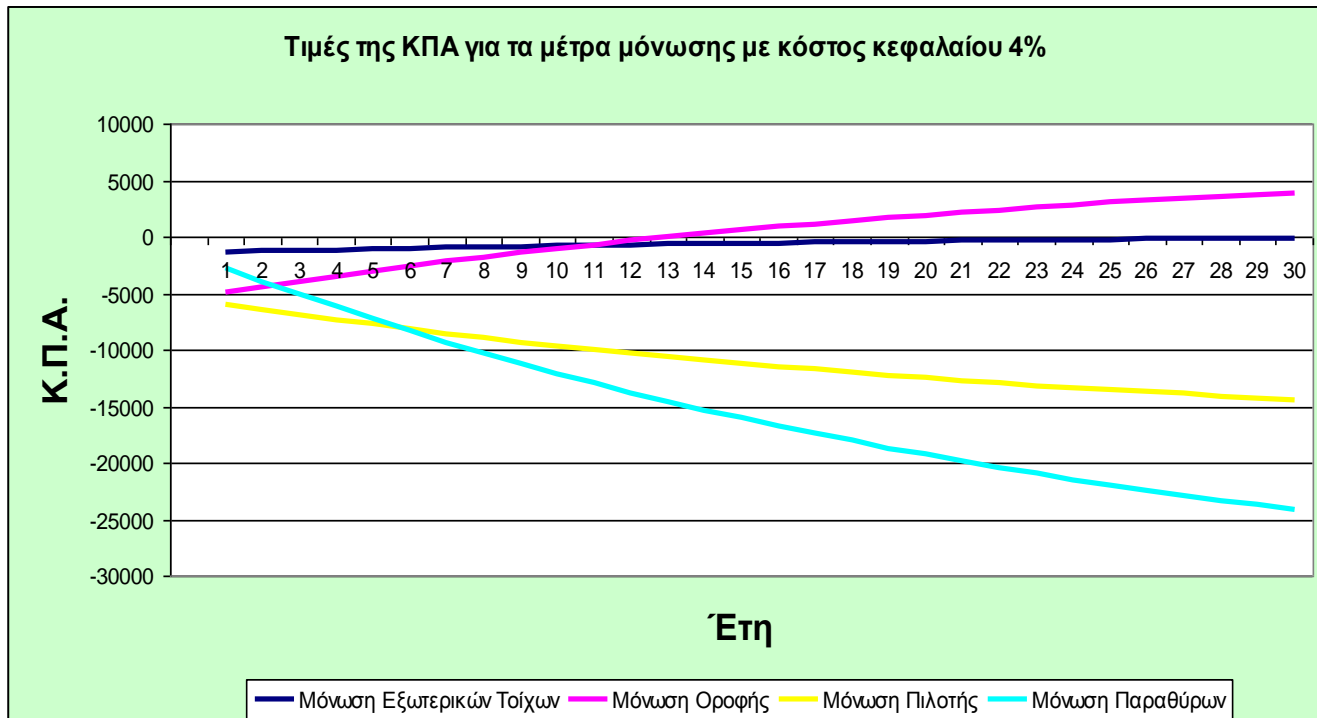
Εάν η αξία ενός χρηματικού ποσού μετράται με βάση την αγοραστική του δύναμη, τότε έχει παρατηρηθεί ότι με την πάροδο του χρόνου με το ίδιο ποσό μπορούν να αγοραστούν ολοένα και λιγότερα αγαθά. Δηλαδή το χρήμα χάνει την αξία του και αυτό συμβαίνει εξαιτίας του φαινομένου του πληθωρισμού. Η πτώση της αξίας του χρήματος εκφράζει την αύξηση των τιμών των διαφόρων αγαθών. Επομένως, ο ρυθμός με τον οποίο το χρήμα χάνει την αξία του εξαιτίας του πληθωρισμού δεν είναι σταθερός για όλα τα αγαθά (ή τις υπηρεσίες). Για το λόγο αυτό ένας τρόπος υπολογισμού ενός γενικού δείκτη για τον πληθωρισμό είναι ο υπολογισμός του με βάση τη μέση αναλογική αύξηση των τιμών στους διάφορους κλάδους της οικονομίας. Από τα παραπάνω είναι προφανές ότι οι τιμές των αγαθών και των υπηρεσιών που προμηθεύεται μια επιχείρηση και των προϊόντων που διαθέτει στην αγορά, μπορεί να μην μεταβάλλονται με τους ίδιους ρυθμούς. Επομένως, θα υπάρχει διαφορά μεταξύ των κρίσιμων μεγεθών που συνθέτουν την ταμειακή ροή και κατ' επέκταση την απόδοση της επένδυσης. Όταν οι διαφορές αυτές είναι σημαντικές τότε ο πληθωρισμός των τιμών δεν μπορεί να αγνοηθεί, καθώς εισάγεται αριθμητικό σφάλμα στα αποτελέσματα της αξιολόγησης και προσαυξάνεται το προς επένδυση κεφάλαιο όταν αυτό έχει υπολογιστεί με τις τιμές κατά τον χρόνο της αξιολόγησης. Σε αυτή την περίπτωση είναι χρήσιμο να πραγματοποιηθούν οι υπολογισμοί όχι με βάση τις σταθερές τιμές (constant values) αλλά με βάση τις τρέχουσες (current values). Πάντως, όταν ο πληθωρισμός κυμαίνεται σε επίπεδα χαμηλότερα του 4%, η χρήση σταθερών τιμών για την κατάστρωση του πίνακα ταμειακών ροών είναι επαρκής για την εκτίμηση της αποδοτικότητας του σχεδίου. Προκειμένου να καταστρωθεί σωστά ο πίνακας των ετήσιων ταμειακών ροών θα πρέπει όλοι οι υπολογισμοί να πραγματοποιηθούν είτε (α) σε τρέχουσες τιμές δηλώνοντας σαφώς το δείκτη πληθωρισμού που θα χρησιμοποιηθεί, είτε (β) σε σταθερές τιμές. Αντίστοιχα, πρέπει να χρησιμοποιηθούν σταθερά ή τρέχοντα επιτόκια προεξόφλησης για να υπολογιστεί σωστά η αξία των ταμειακών ροών.

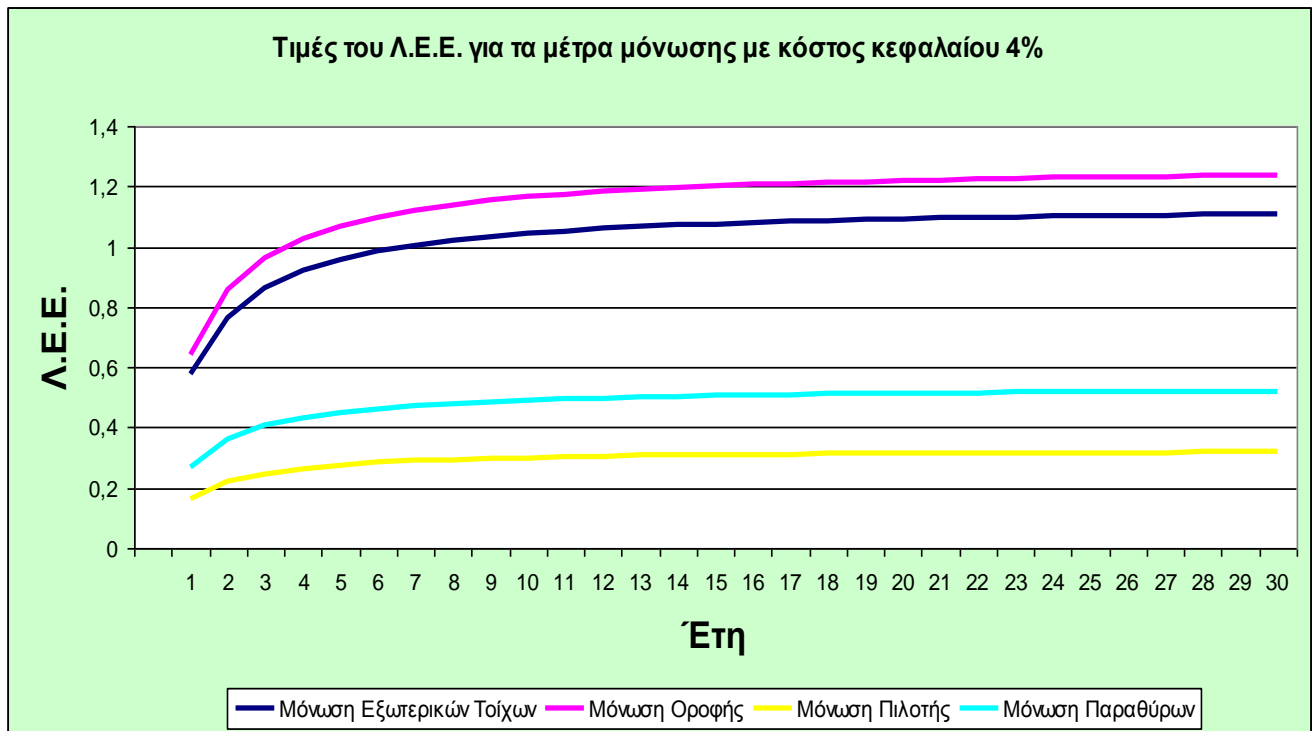
Κεφάλαιο 4. Αριθμητική Έρευνα και Αποτελέσματα

Χρησιμοποιώντας τους τύπους για τις μεθόδους εκτίμησης που περιγράφηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο καθώς και τα αποτελέσματα από τις μελέτες των προτεινόμενων μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας όπως αναλύθηκαν στο δεύτερο κεφάλαιο θα πάρουμε ορισμένες εκτιμήσεις ως προς την βιωσιμότητα και σπουδαιότητα κάθε μιας. Οι οικονομικές εκτιμήσεις θα είναι δύο ειδών, αρχικά θα γίνει με σταθερές παραμέτρους, και στην συνέχεια με μεταβλητές παραμέτρους για να παρουσιαστεί μια πιο ρεαλιστική εικόνα. Και στις δύο μορφές εκτιμήσεων χρησιμοποιήθηκαν διάφορα κόστη κεφαλαίου, συγκεκριμένα για τιμές του ρ ίσες με 4%,5%,6%,7% και 8%.

4.1 Οικονομική Εκτίμηση με Σταθερές Παραμέτρους

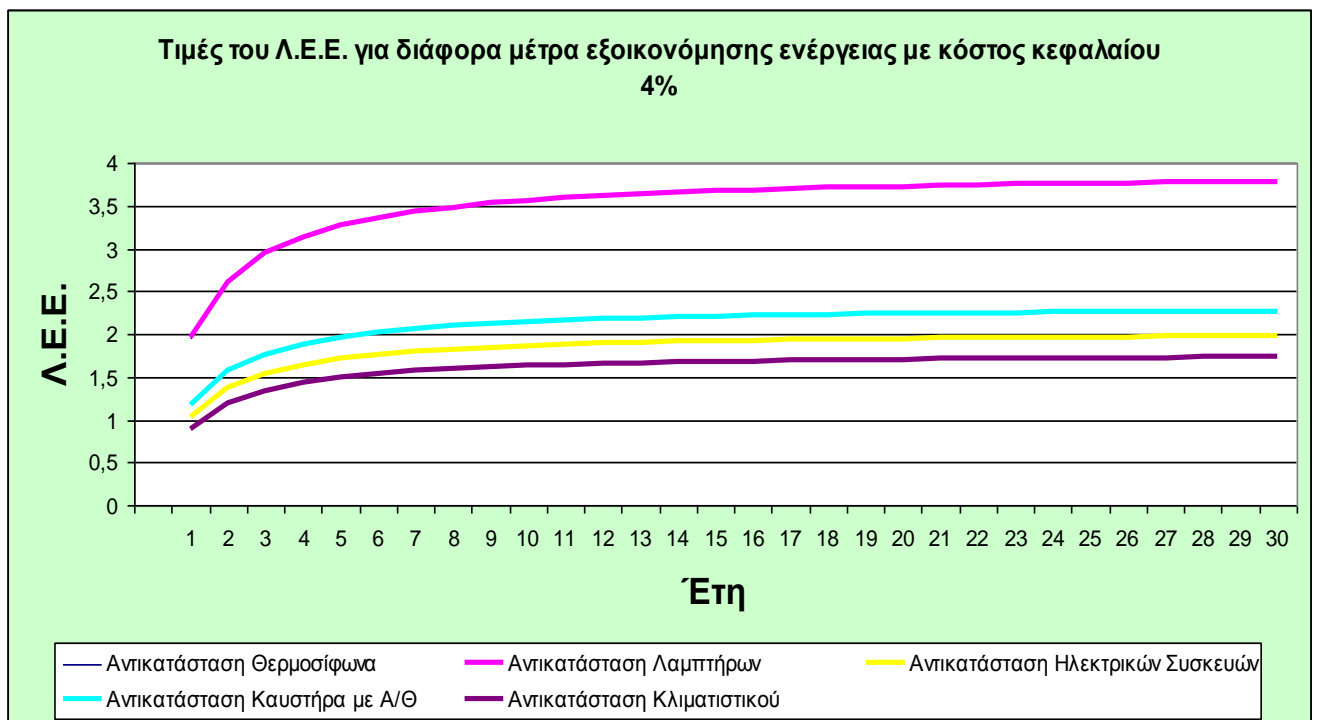
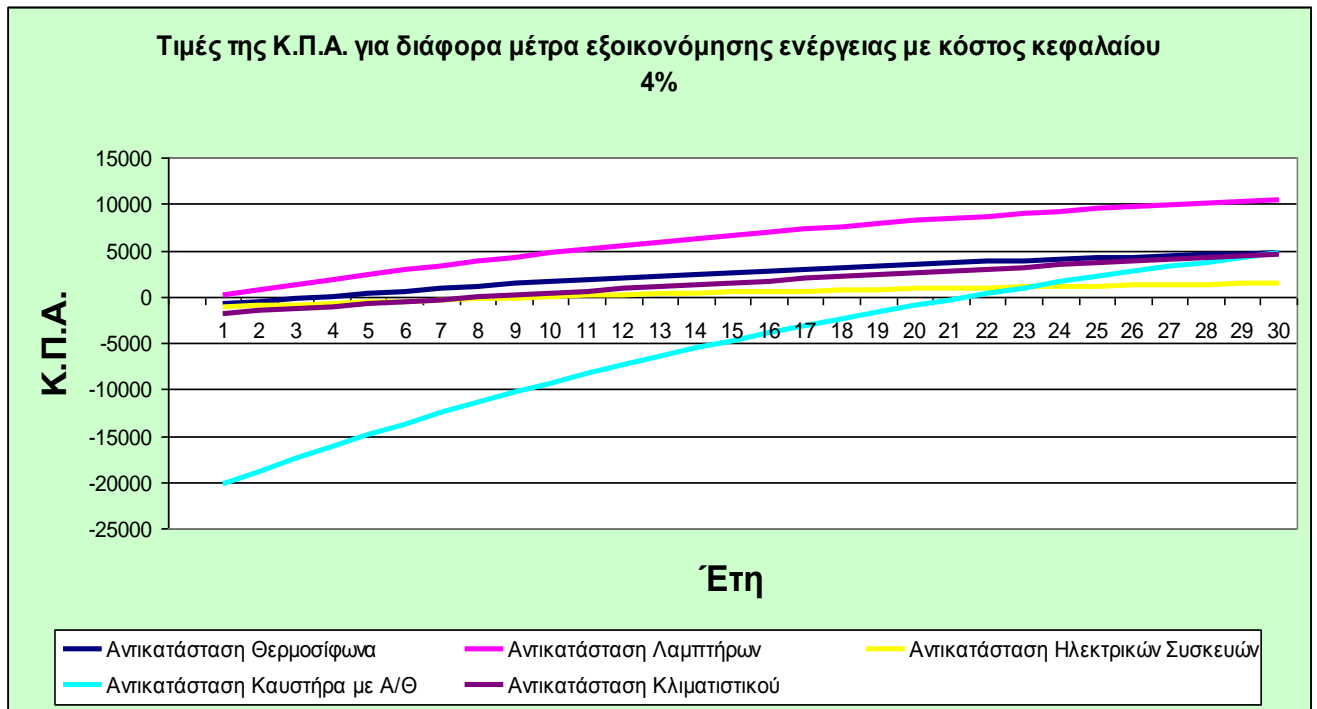
Στα ακόλουθα δύο διαγράμματα παρουσιάζονται οι αυξομειώσεις των τιμών της Κ.Π.Α και του Ε.Π.Α. για τα 4 διαφορετικά μέτρα μόνωσης που μελετήθηκαν, με κόστος κεφαλαίου 4%.





Όπως φαίνεται από τα διαγράμματα το απαραίτητο κεφάλαιο (αγορά και αντικατάσταση) για την μόνωση της πιλοτής και την μόνωση των παραθύρων είναι πολύ μεγαλύτερο από το όφελος που θα προσέφεραν στην ζωή τους. Επιπλέον η μόνωση των εξωτερικών τοίχων παρουσιάζεται σαν οριακά μη συμφέρουσα. Η μόνη περίπτωση μόνωσης που μπορεί να χαρακτηριστεί ως συμφέρουσα είναι αυτή της μόνωσης της οροφής, η οποία όμως παρουσιάζει θετικά αποτελέσματα μετά την πάροδο ορισμένων χρόνων, που σύμφωνα με τον υπολογισμό της Τ.Π.Ε. ανέρχεται στα 13-14 χρόνια δηλαδή στη μέση της περιόδου της ζωής της.

Στην συνέχεια κάνουμε την ίδια διεργασία για να σχηματίσουμε μια εικόνα για τα υπόλοιπα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας. Στα δύο ακόλουθα διαγράμματα παρουσιάζονται οι τιμές της Κ.Π.Α. και του Λ.Ε.Ε. για τις περιπτώσεις αντικατάστασης θερμοσίφωνα, λαμπτήρων, ηλεκτρικών συσκευών, κλιματιστικού καθώς και καυστήρα με διάταξη αντλιών θερμότητας.



Παρατηρούμε μια διαφορετική εικόνα καθώς εδώ έχουμε περιπτώσεις μέτρων που κρίνονται πραγματικά προσοδοφόρες. Η αντικατάσταση λαμπτήρων φαίνεται σαν το καλύτερο μέτρο εξοικονόμησης ενέργειας, καθώς το όφελος τους είναι πολύ μεγαλύτερο από τα άλλα μέτρα και σύμφωνα με την τιμή της Τ.Π.Ε. κάνουν επανεπίσπραξη του κεφαλαίου επένδυσης σε αυτές σε λιγότερο από χρόνο. Άλλες ελκυστικά οικονομικά επιλογές αποτελούν η αντικατάσταση του θερμοσίφωνα με ηλιακού και η αντικατάσταση

των κλιματιστικών μηχανημάτων, με τιμές Τ.Π.Ε. ίσες με 3,8 και 9,9 μικρές δλδ, σε σχέση με τη ζωή τους. Αντιθέτως η αντικατάσταση του καυστήρα πετρελαίου με γεωθερμικό σύστημα αντλιών θερμότητας παρουσιάζει μικρό θετικό όφελος σε σχέση με τη ζωή της, με τιμή Τ.Π.Ε. 21 χρόνια. Οι ηλεκτρικές συσκευές κάνουν και αυτές μια απόσβεση σχεδόν στα 3-4 χρόνια και παρουσιάζουν κάποιο μικρό όφελος.

Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται οι τιμές για την τιμαριθμοποιημένη περίοδο κεφαλαίου κάθε μέτρου εξοικονόμησης ενέργειας για διάφορες τιμές του κόστους κεφαλαίου.

Πίνακας 4.1.1 Τ.Π.Ε. για όλα τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας για διάφορες τιμές του κόστους κεφαλαίου (ρ)						
Μέτρο Εξοικονόμησης Ενέργειας	Τ.Π.Ε.					Ζωή (χρόνια)
	ρ = 4%	ρ = 5%	ρ = 6%	ρ = 7%	ρ = 8%	
Μόνωση Εξωτερικών Τοίχων	35,831	58,853	-	-	-	30
Μόνωση Οροφής	13,141	14,347	15,902	18,032	21,272	30
Μόνωση Πιλοτής	-	-	-	-	-	30
Μόνωση Παραθύρων	-	-	-	-	-	30
Αντικατάσταση Θερμοσίφωνα	3,860	3,958	4,062	4,171	4,286	10
Αντικατάσταση Λαμπτήρων	0,735	0,741	0,747	0,754	0,760	10
Αντικατάσταση Ηλεκτρικών Συσκευών	3,054	11,283	12,173	13,275	14,698	12
Αντικατάσταση Καυστήρα με Α/Θ	21,514	25,543	33,128	87,871	-	30
Αντικατάσταση Κλιματιστικού	9,986	10,645	11,425	12,376	13,572	15

Ο πίνακας παρουσιάζει την ευαισθησία της Τ.Π.Κ. σε ενδεχόμενες διαφοροποιήσεις του κόστους κεφαλαίου. Στην τελευταία στήλη του πίνακα αναφέρεται η ζωή της κάθε παρέμβασης εξοικονόμησης ενέργειας για τη διευκόλυνση συμπερασμάτων. Έτσι βλέπουμε πως όσο μικρότερο είναι το κόστος του κεφαλαίου τόσο γρηγορότερα μειώνεται η αξία μιας επένδυσης. Για παράδειγμα στην μόνωση της οροφής, από 21 χρόνια που είναι η Τ.Π.Κ. με κόστος κεφαλαίου 8% μειώνεται στα 13 χρόνια όταν το κόστος κεφαλαίου είναι 4%. Μεγαλύτερη ευαισθησία παρατηρούμε στην αντικατάσταση του καυστήρα πετρελαίου με ένα γεωθερμικό σύστημα αντλιών θερμότητας. Η τιμή της Τ.Π.Κ. είναι 21,5 χρόνια για κόστος κεφαλαίου 4% και ανεβαίνει ραγδαία στα 87 χρόνια για κόστος κεφαλαίου 7%.

Στον ακόλουθο πίνακα αντλούμε συμπεράσματα για διάφορα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας εκτιμώμενα σύμφωνα με το Ε.Π.Α. το οποίο αναγράφεται στην τελευταία στήλη του πίνακα. Τα διάφορα μέτρα είναι ταξινομημένα από το καλύτερο προς το χειρότερο ανάλογα με τον δείκτη Ε.Π.Α., στην πρώτη στήλη αναγράφονται τα κόστη των αρχικών επενδύσεων για κάθε μέτρο, ενώ στον δεύτερο παρουσιάζονται τα κόστη των επενδύσεων αυξητικά. Τα στοιχεία αυτού του πίνακα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επιλογή βέλτιστου συνδυασμού λύσεων ανάλογα με το διαθέσιμο κεφάλαιο προς επένδυση. Για παράδειγμα αν κάποιος είχε να διαθέσει περίπου 7000 ευρώ για την ενεργειακή βελτίωση του κτιρίου σύμφωνα με τα μέτρα που μελετήθηκαν θα έπρεπε να διαλέξει τα τρία πρώτα του πίνακα, δηλαδή την αντικατάσταση των λαμπτήρων, την αντικατάσταση του θερμοσίφωνα και την μόνωση της οροφής.

Πίνακας 4.1.2 Ταξινόμηση μέτρων σύμφωνα με το Ε.Π.Α. χωρίς πληθωρισμό και κόστος κεφαλαίου = 4%			
Μέτρο Εξοικονόμησης Ενέργειας	Αρχική Επένδυση	Σύνολο αρχικών επενδύσεων	Ε.Π.Α.
Αντικατάσταση Λαμπτήρων	448	448	1,315040426
Αντικατάσταση Θερμοσίφωνα	1200	1648	0,207140874
Μόνωση Οροφής	5457,765	7105,765	0,056429192
Αντικατάσταση Κλιματιστικού	2100	9205,765	0,047248463
Αντικατάσταση Καυστήρα με Α/Θ	21754,0092	30959,7742	0,016159852
Αντικατάσταση Ηλεκτρικών Συσκευών	2100	33059,7742	0,003094189
Μόνωση Εξωτερικών Τοίχων	1446,377	34506,1512	0,00033809
Μόνωση Πιλοτής	5457,765	39963,9162	-
Μόνωση Παραθύρων	1467,004	41430,9202	-

4.2 Οικονομική Εκτίμηση με Μεταβλητές Παραμέτρους

Για αποτελέσματα που ανταποκρίνονται περισσότερο στην πραγματικότητα και μια πιο προχωρημένη οικονομική εκτίμηση των εξεταζόμενων μέτρων διεξάχθηκε και μια μελέτη παρόμοια με την προηγούμενη αλλά με αυτή τη φορά συνυπολογίζοντας τον πληθωρισμό και τις συνεπαγόμενες μεταβολές που φέρνει στα κόστη και τα οφέλη. Σε όλες τις περιπτώσεις θεωρήθηκε μία τιμή πληθωρισμού ίση με 2,9 % ενώ η μελέτη έγινε για δύο περιπτώσεις, για μια περίοδο 10 ετών και για μία περίοδο 30 ετών.

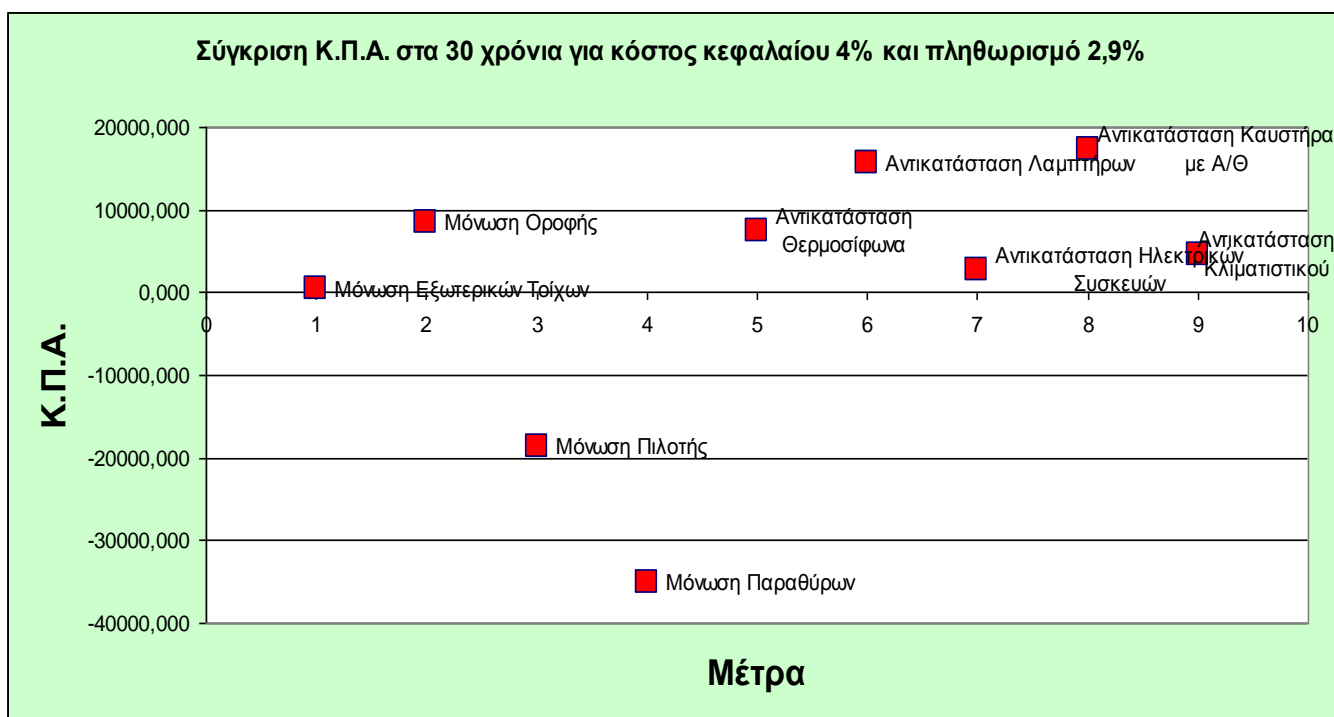
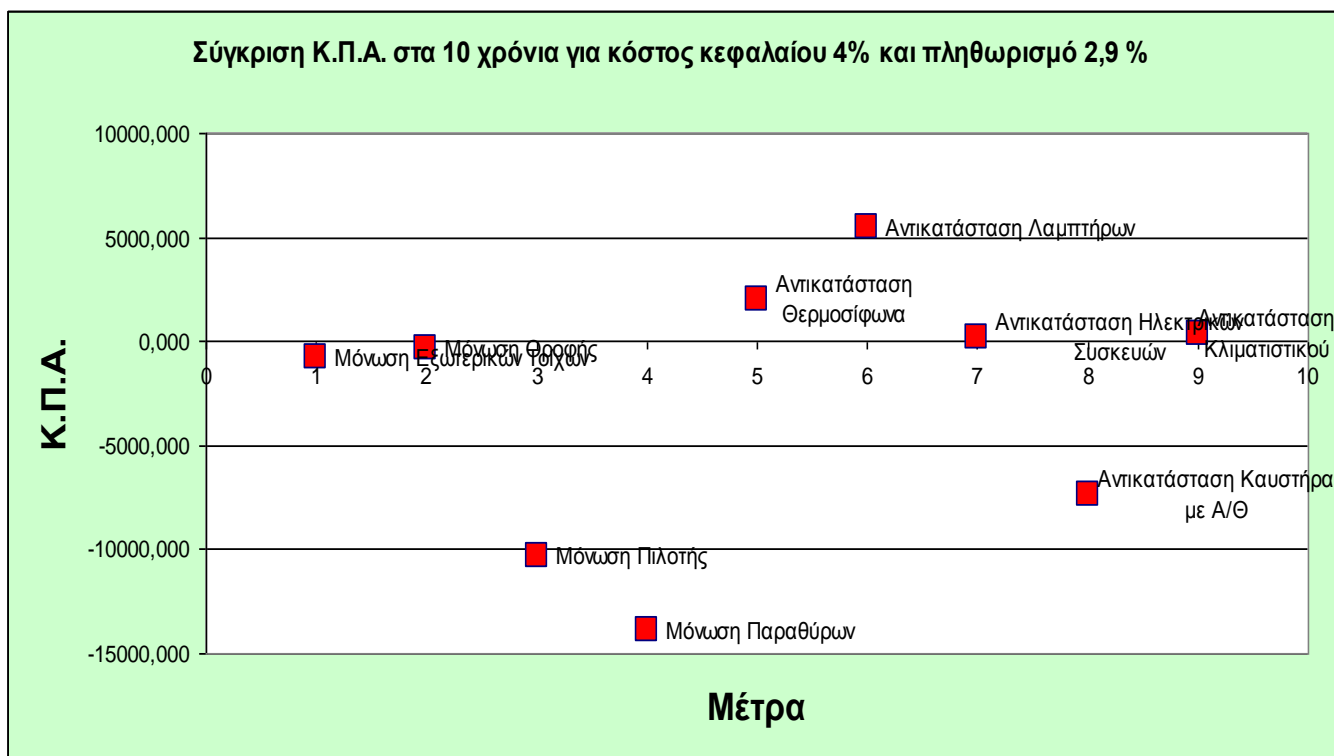
Ο ακόλουθος πίνακας είναι παρόμοιος με τον πίνακα 4.1.1 συνυπολογίζοντας τον πληθωρισμό ίσο με 2,9 %.

Πίνακας 4.2.1 Τ.Π.Ε. για όλα τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας για διάφορες τιμές του κόστους κεφαλαίου (ρ) και για πληθωρισμό = 2,9%.						
Μέτρο Εξοικονόμησης Ενέργειας	Τ.Π.Ε.					Ζωή (χρόνια)
	ρ = 4%	ρ = 5%	ρ = 6%	ρ = 7%	ρ = 8%	
Μόνωση Εξωτερικών Τοίχων	16,469	18,514	21,466	26,425	39,358	30
Μόνωση Οροφής	7,468	7,826	8,228	8,685	9,211	30
Μόνωση Πιλοτής	-	-	-	-	-	30
Μόνωση Παραθύρων	-	-	-	-	-	30
Αντικατάσταση Θερμοσίφωνα	3,297	3,370	3,446	3,526	3,610	10
Αντικατάσταση Λαμπτήρων	0,633	0,638	0,643	0,648	0,654	10
Αντικατάσταση Ηλεκτρικών Συσκευών	2,768	9,990	10,669	11,481	12,480	12
Αντικατάσταση Καυστήρα με Α/Θ	11,352	12,222	13,289	14,648	16,478	30
Αντικατάσταση Κλιματιστικού	7,652	8,028	8,453	8,937	9,498	15

Ο ακόλουθος πίνακας είναι παρόμοιος με τον Πίνακα 4.1.2 αυτή τη φορά έχοντας υπόψη μια τιμή του πληθωρισμού ίση με 2,9 %.

Πίνακας 4.2.2 Ταξινόμηση μέτρων σύμφωνα με το Ε.Π.Α. με πληθωρισμό = 2,9 % και κόστος κεφαλαίου ίσο με 4%			
Μέτρο Εξοικονόμησης Ενέργειας	Αρχική Επένδυση	Σύνολο αρχικών επενδύσεων	Ε.Π.Α.
Αντικατάσταση Λαμπτήρων	448	448	1,382176599
Αντικατάσταση Θερμοσίφωνα	1200	1648	0,242147959
Μόνωση Οροφής	5457,765	7105,765	0,087065638
Αντικατάσταση Κλιματιστικού	2100	9205,765	0,077618668
Αντικατάσταση Καυστήρα με Α/Θ	21754,0092	30959,7742	0,045628488
Αντικατάσταση Ηλεκτρικών Συσκευών	2100	33059,7742	0,032183921
Μόνωση Εξωτερικών Τοίχων	1446,377	34506,1512	0,029347895
Μόνωση Πιλοτής	5457,765	39963,9162	-
Μόνωση Παραθύρων	1467,004	41430,9202	-

Τα ακόλουθα διαγράμματα δείχνουν τη σύγκριση της Κ.Π.Α. για όλα τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας στα 10 χρόνια και στα 30 χρόνια, για κόστος κεφαλαίου 4% και για πληθωρισμό 2,9%.



Παρατηρούμε πως η σύγκριση αυτή διαφοροποιείται σε σχέση με την ταξινόμηση των μέτρων ανάλογα της τιμής τους σε Ε.Π.Α.. Αυτή η τιμή αποδίδεται στον συνδυασμό τιμών των ταμειακών ροών κάθε μέτρου με την περίοδο εκτίμησης η οποία χρησιμοποιείται στις δύο περιπτώσεις. Για τον υπολογισμό του Ε.Π.Α. των μέτρων χρησιμοποιείται η ζωή τους, ενώ για τον υπολογισμό της Κ.Π.Α. χρησιμοποιείται ένα συγκεκριμένο χρονικό περιθώριο, στην προκειμένη περίπτωση 10 και 30 χρόνια. Η αντικατάσταση λαμπτήρων παρουσιάζεται πάλι σαν το καλύτερο μέτρο, ενώ η μόνωση της πιλοτής και των παραθύρων εξακολουθούν να αποτελούν τις χειρότερες λύσεις. Αξιοσημείωτο είναι επίσης πως για περίοδο 30 χρόνων και λαμβάνοντας αυτή την φορά υπόψη τον πληθωρισμό η αντικατάσταση του καυστήρα με διάταξη αντλιών θερμότητας παρουσιάζεται σαν βέλτιστη λύση.

Κεφάλαιο 5. Συμπεράσματα

Σε αυτή τη μελέτη εκτιμήθηκαν από οικονομικής πλευράς πολλά μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας που δύνανται να πραγματοποιηθούν σε ένα συνηθισμένο τύπο ελληνικού κτιρίου. Έγιναν οι μελέτες όσων αφορά τις θερμικές απώλειες, τις καταναλώσεις και τα κόστη κάθε μέτρου, ενώ με τη χρήση τεσσάρων δημοφιλείς μεθόδων οικονομικής εκτίμησης πήραμε συγκριτικά αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν σε πίνακες και διαγράμματα.

Από τις οικονομικές μελέτες βρέθηκε πως η αναβάθμιση του τεχνητού φωτισμού είναι από τις ενεργειακά αποδοτικότερες και οικονομικότερες επενδύσεις. Το κεφάλαιο αντικατάστασής τους επανεισπράττεται πολύ γρήγορα σε σχέση με τις άλλες περιπτώσεις και από ένα γρήγορο σημείο και μετά αποφέρει ικανοποιητικό κέρδος. Σε σπουδαιότητα ακολουθεί η αντικατάσταση του θερμοσίφωνα, που στην Ελλάδα αποτελεί διαδεδομένη και επικερδής κίνηση, ενώ η αντικατάσταση του καυστήρα πετρελαίου με γεωθερμικές αντλίες θερμότητας αποτελεί μέτρο που ενώ παρουσιάζεται με χαμηλή απόδοση, μπορεί να επιφέρει θετικά αποτελέσματα σε συγκεκριμένες μόνο περιπτώσεις.

Όσων αφορά την μόνωση βλέπουμε πως την προτιμότερη μέθοδο αποτελεί η μόνωση της οροφής, που μπορούμε να πούμε πως αποτελεί γενικό κανόνα στα κτίρια, ενώ η αντικατάσταση των παραθύρων και κουφωμάτων, αν και η πιο δημοφιλής παρέμβαση εξοικονόμησης ενέργειας στην Ελλάδα, κρίνεται μικρότερης σημασίας και στην περίπτωσή μας πρακτικά ασύμφορη.

Κεφάλαιο 6. Βιβλιογραφία

Γ. Νικολαΐδης, Π.Α. Πηλαβάκης κ. Α. Χλέτσης, 2009, “Economic Evaluation of Energy Saving Measures in a Common Type of Greek Building”

ΑΕΝΑΟΝ, 2010. “Αντλίες Θερμότητας Προερχόμενης από Γεωθερμική Ενέργεια”, On-line στη διεύθυνση: <http://www.aenaon.net/gr/content/view/35/133/>, Τελευταία ανάκτηση 06/02/2010.

Αλεξόπουλος, Δ., 2007. “Βάλτε τις Λάμπες Πυρακτώσεως στο Μουσείο Ελλάδα”, On-line στη διεύθυνση: <http://www.ert.gr/nature/ellada/00177-balte-tis-lampes-pyraktoseos-sto-mouseio>, Τελευταία ανάκτηση 12/01/2010.

Ανδρουτσόπουλος, Α., Πολυχρόνη, Ε., Πολυμενόπουλος, Γ., 2008. “Χρήση τεχνολογιών ως δομικά προϊόντα στο κέλυφος κτιρίων: Δυνατότητες Εφαρμογής”, Δελτίο ΠΣΔΜ-Η, Αθήνα.

Γαβριελάτος, Μ., 2005. “Ολοκληρωμένα Συστήματα Ηλιακής Θέρμανσης Χώρων και Παραγωγής Ζεστού Νερού Χρήσης”, On-line στη διεύθυνση: <http://www.mgavrielatos.gr/SolarSicc.htm>, Τελευταία ανάκτηση 12/02/2010.

Γιάνναρου, Λ., 2008. “Καν’το Μόνο σου Ωραίο μου Πλυντήριο”. Kathimerini.gr-ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ, On-line στη διεύθυνση: http://www.kathimerini.gr/4dcgi/w_articles_kathcommon_1_04/02/2008_1287220, Τελευταία ανάκτηση 02/02/2010.

ΔΕΗ, 2010.

<http://www.dei.gr/>, Τελευταία ανάκτηση 25/02/2010.

ΕΠΑΝ, 2008. Ενεργειακή Συμπεριφορά Καταναλωτών: Ενεργειακά Αποδοτικές Συσκευές, ΚΑΠΕ, ΥΠΑΝ, Αθήνα.

Θεοδοσούδης, 2007. “Σύγκριση Λέβητα και Αντλίας Θερμότητας”, On-line στη διεύθυνση: <http://www.theodosoudis.gr/2CC06793.el.aspx>, Τελευταία ανάκτηση 10/02/2010.

Καϊταντζίδης, Μ., 2009. “Από Νοέμβριο, η Απόσυρση Κουφωμάτων”. Enet.gr-ΕΛΕΥΘΕΡΟΤΥΠΙΑ, On-line στη διεύθυνση: <http://www.enet.gr/?i=news.el.article&id=68134>, Τελευταία ανάκτηση 20/01/2010.

ΚΑΠΕ, 2010. “Ενεργειακή Σήμανση Συσκευών”, On-line στη διεύθυνση: http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/electrikes_syskeves_simansi.htm, Τελευταία ανάκτηση 02/02/2010.

ΚΑΠΕ, 2010. “Χρήση Βελτιωμένων Υαλοπινάκων”, On-line στη διεύθυνση: http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/thermiki_prostasia_kelyfous_xrisi_valopinakon.htm, Τελευταία ανάκτηση 19/01/2010.

Κατσακούλα, Δ., 2008. “Sol Energy Hellas AE: Οι αντλίες Θερμότητας Βασικό Τμήμα στον Ενεργειακό Σχεδιασμό Κάθε Εφαρμογής”, On-line στη διεύθυνση: http://www.ydravlikos.gr/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=939:sol-energy-hellas-ae-o-----&catid=64:-&Itemid=117, Τελευταία ανάκτηση 02/02/2010.

Κ.Ε.Ε, 2010. “Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική (Οικολογική Δόμηση)”, On-line στη διεύθυνση: http://www.kee.gr/perivallontiki/teacher7_9.html, Τελευταία ανάκτηση 18/01/2010.

ΜΟΝΑΧΟΣ, 2000. “Διογκωμένη η Εξυλεασμένη Πολυστερόνη”, On-line στη διεύθυνση: http://www.monachos.gr/forum/topic.asp?TOPIC_ID=2570, Τελευταία ανάκτηση 18/01/2010.

Πουλόπουλος, Π., 2010. “Τα γεωθερμικά πεδία ζητούν αξιοποίηση”, On-line στη διεύθυνση: <http://www.ecotec.gr/article.php?ID=133>, Τελευταία ανάκτηση 02/02/2010.

Τεχνομηχανική, 2009. “Γεωθερμία: Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας”. On-line στη διεύθυνση: <http://www.tmltd.gr/geotherm/geotherm.htm>,

Τελευταία ανάκτηση 02/02/2010.

Τζεφέρης, Π., . “Ηλιοθερμικά Συστήματα: Η Πρώτη Κατοικία στην Ελλάδα με Γεωθερμικό Σύστημα Θέρμανσης-Ψύξης Παραγωγής Θερμού Νερού”, On-line στη διεύθυνση: http://elladitsamas.blogspot.com/2007/10/blog-post_20.html, Τελευταία ανάκτηση 12/01/2010.

Τηλεθέρμανση, 2006. “Αντλίες Θερμότητας για Ψύξη και Θέρμανση”, On-line στη διεύθυνση: <http://www.telethermans.gr/Default.asp?ElementId=71996>, Τελευταία ανάκτηση 08/02/2010.

Τσιούντας, Δ., Μπαϊρακλή, Αργ., 2010. “Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας”, Σύγχρονη Τεχνική Επιθεώρηση, On-line στη διεύθυνση: http://www.technicalreview.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=566, Τελευταία ανάκτηση 06/02/2010.

Υπουργείο Ανάπτυξης, 2010. “Εξοικονόμηση και Ορθολογική Χρήση Ενέργειας: Θερμομόνωση”, On-line στη διεύθυνση: http://www.cres.gr/energy-saving/enimerosi_thermomonosi.htm, Τελευταία ανάκτηση 19/01/2010.

Acro-base, 2010. “Λάμπες Οικονομίας-Συμφέρουν;”, On-line στη διεύθυνση: <http://www.acrobase.gr/showthread.php?t=261172>, Τελευταία ανάκτηση 10/01/2010.

Blogs.sch.gr, 2009. “Χαρίστε μια Λάμπα Εξοικονόμησης!”, On-line στη διεύθυνση: <http://blogs.sch.gr/boulogeorg/2009/05/07/χαρίστε-μια-λάμπα-εξοικονόμησης/>, Τελευταία ανάκτηση 10/01/2010.

Carrier, 2010. “Αντλία Θερμότητας=Εξοικονόμηση Ενέργειας”, On-line στη διεύθυνση: <http://www.carrier.gr/carriergreek/news/news1105b.htm>, Τελευταία ανάκτηση 08/02/2010.

Carrier, 2010. “Χρήση Αντλιών Θερμότητας για Θέρμανση: Αξιόπιστη & Πολύ Οικονομική Λειτουργία”, On-line στη διεύθυνση: <http://www.carrier.gr/carriergreek/news/november06energy.htm>, Τελευταία ανάκτηση 08/02/2010.

Cyprus Energy Agency, 2001. “Γεωθερμικές Αντλίες Θέρμανσης”, Ενεργειακό Γραφείο Κυπρίων Πολιτών, Κύπρος.

Daikin, 2010. “Αντλίες Θερμότητας”, On-line στη διεύθυνση: http://www.daikin.gr/about-airco/what-does-it-do/heat_pumps.jsp, Τελευταία ανάκτηση 08/02/2010.

Double-glass, 2010. “Διπλοί Υαλοπίνακες: Διπλοί ενεργειακοί Θερμομονωτικοί Υαλοπίνακες”, On-line στη διεύθυνση: <http://www.double->

glass.gr/products6.php?wh=1&lang=1&the1id=4&the2id=15&theid=15&open1=4&open2=15,
Τελευταία ανάκτηση 19/01/2010.

Eco-lamps, 2010. “Οικονομικά Οφέλη”, On-line στη διεύθυνση:

<http://www.eco-lamps.gr/Topic/13--.aspx>, Τελευταία ανάκτηση 10/01/2010.

Energy Homes, 2010. “Αντλίες Θερμότητας”, On-line στη διεύθυνση:

<http://www.energyhomes.gr/material/pages/nrginfo/antlies.html>, Τελευταία ανάκτηση 02/02/2010.

Eurodica, 2008. “Υαλοπίνακες (Τζάμια) και Ενεργειακά Παράθυρα – Υαλοπετάσματα”, On-line στη διεύθυνση: <http://www.eurodomica.gr/index.php?lang=1&catid=144>, Τελευταία ανάκτηση 20/01/2010.

G.H.P, 2010. “Γεωθερμία”, On-line στη διεύθυνση: <http://www.ghp-ma.gr/geothermia.htm>,
Τελευταία ανάκτηση 02/02/2010.

GREENPEACE, 2007. Εξοικονόμηση Ενέργειας: Το Όπλο μας ενάντια στις κλιματικές αλλαγές, Δίκτυο Δράσης Καταναλωτών, Αθήνα.

GREENPEACE, 2010. “Κλιματισμός”, On-line στη διεύθυνση:

<http://www.greenpeace.org/greece/137368/137396/138799>, Τελευταία ανάκτηση 02/02/2010.

GREENPEACE, 2010. “Ψυγεία”, On-line στη διεύθυνση:

<http://www.greenpeace.org/greece/137368/137396/138799>, Τελευταία ανάκτηση 02/02/2010.

HELIOSRES, 2010. Ανανέωσιμες Πηγές Ενέργειας, On-line στη διεύθυνση:

<http://www.heliosres.gr/index.php?lang=gr&id=35>, Τελευταία ανάκτηση 10/01/2010.

Intelligent Energy, 2000. “Οι Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας”, Ground-reach, Intelligent Energy-Europe.

Iris, 2009. “Υαλοπίνακες: Προϊόντα – Υλικά Παραγωγής”, On-line στη διεύθυνση:

<http://www.iris-sa.gr/yalopinakes.html>, Τελευταία ανάκτηση 20/01/2010.

Knauf Instalation, 2010. “Heraklith-C”, On-line στη διεύθυνση:
<http://www.knaufinsulation.gr/el/products/heraklith-c>, Τελευταία ανάκτηση 19/01/2010.

Olympic Sun, 2010. “Η Εταιρία – Προϊόντα – Υπηρεσίες”. On-line στη διεύθυνση:
<http://www.olympicsun.gr/olympic2gr.html>, Τελευταία ανάκτηση 12/02/2010.

Plant-management, 2010. “ΚΑΠΕ: Με Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας Εξασφαλίζεται Οικονομία και Προστασία του Περιβάλλοντος”, On-line στη διεύθυνση: <http://www.plant-management.gr/index.php?id=11595>, Τελευταία ανάκτηση 06/02/2010.

Quality Net Foundation, 2010. “Αφιέρωμα: Πώς να Φτιάξετε Ένα Οικολογικό Σπίτι”, On-line στη διεύθυνση: <http://www.qualitynet.gr/displayITM1.asp?ITMID=61535>, Τελευταία ανάκτηση 19/01/2010.

Reconstruction, 2010. “Θερμομόνωση”, On-line στη διεύθυνση:
<http://www.anakainizo.com/faq/66-thermomonosh.html>, Τελευταία ανάκτηση 20/01/2010.

Sieline, 2008. “Αντλίες Θερμότητας”, On-line στη διεύθυνση:
http://sieline.gr/pages/gr/products/heat_pumps.php, Τελευταία ανάκτηση 02/02/2010.

Spitia.gr, 2010. “Εξοικονόμηση Ενέργειας: Πόσο Ρεύμα και Χρήματα Καταναλώνουν Ενδεικτικά οι Σύγχρονες Συσκευές”, On-line στη διεύθυνση:
http://www.buildings.gr/greek/aiforos/exikonomisi/energeiaki_exikonomisi.htm, Τελευταία ανάκτηση 02/02/2010.

YouControl, 2008. “ Λαμπτήρες Εξοικονόμησης Ενέργειας”, On-line στη διεύθυνση:
http://www.youcontrol.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=66%3A2008-12-30-12-12-49&catid=1%3Alatest-news&Itemid=69&lang=, Τελευταία ανάκτηση 10/01/2010.